

А. АБРАМОВ и П. ХЛЕБНИКОВ

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОМОТОРЫ И ТРАНСФОРМАТОР



ДЕТИЗДАТ ЦК ВЛКСМ 1938

А. АБРАМОВ и П. ХЛЕБНИКОВ

САМОДЕЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОМОТОРЫ И ТРАНСФОРМАТОР

Издание второе, дополненное

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
ВСЕСОЮЗНОГО ЛЕНИНСКОГО КОММУНИСТИЧЕСКОГО
СОЮЗА МОЛОДЕЖИ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДЕТСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Москва 1938 Ленинград

Ребята! Напишите отзыв об этой книге в Издательство детской литературы ЦК ВЛКСМ по адресу: Москва, Центр, М. Черкасский п., д. 1.

СОДЕРЖАНИЕ

Замечательные свойства электромагнитов 3
Мотор из двух винтов с простым якорем 6
Мотор из двух винтов с обмоткой на якоре . . . 15
Еще один мотор с вертикальной осью 22
Простой мотор с горизонтальной осью 27
Мотор с трехполюсным якорем и поворотными щетками 33
Мотор с кольцевым статором 39
Мотор с пятиполюсным якорем 49
Самодельный трансформатор 51

Цена 1 руб. 25 коп. Переплет 50 коп.

ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Ответств. ред. *А. Зонненштраль*. Художеств. ред. *И. Иванов*. Техн. ред. *В. Зазульская*. Корректор *С. Либова*. Сдано в производство 13/IV 1937 г. Подписано к печати 15/XII 1937 г. Формат 62 x 94 1/16. 3 1/2 печ. листа (3,14 уч.-авт. листа). Детиздат № 1207. Индекс Д-7. Уполномоченный Главлита Б-33293. Тираж 25 300. Заказ 589.

Фабрика детской книги Изд-ва детской литературы ЦК ВЛКСМ. Москва, Сущевский вал, 49.

ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТОВ

В 1826 году английский учитель физики Вильям Стерджон вставил в катушку изолированной медной проволоки железный прут и был поражен, каким мощным магнитом становится прут, когда по проволоке идет ток. Вы знаете, наверное, что если прикоснуться каким-нибудь магнитом к стальной игле, она тоже становится магнитом. И после того, как вы отнимете магнит от иглы, она не теряет магнитных свойств. А железо ведет себя иначе. Едва отнимешь магнит от гвоздя, гвоздь „размагничивается". Стерджон заметил, что железный прут действует как магнит только то время, пока по проволоке катушки идет ток. Это было открытие огромной важности. Разве можно представить себе современную промышленность без электромагнитов? Это так же невозможно, как представить нашу жизнь без электрических лампочек.

Немецкий профессор медицины, физики и химии, очень образованный человек, Христиан Пфафф был как-то в Лондоне. Там он увидел небольшой электромагнит, сделанный Стерджоном. Пфафф пришел в восторг. „Дивишься, как чуду, — написал он, — когда видишь, что в то мгновение, когда проволока замыкает гальваническую цепь и ток начинает итти, якорь, отягченный грузом в восемь фунтов и более, притягивается даже с расстояния и столь же мгновенно отпадает, когда цепь размыкается".

Гальванической цепью Пфафф называл батарею элементов, и по сей день называемых гальваническими в честь итальянского ученого Гальвани. И три маленьких элемента

в батарейке для карманного фонаря тоже называются гальваническими элементами.

Притяжению восьми фунтов удивлялся Пфафф! А что сказать о теперешних электромагнитах, которые тянут с неслыханной силой! О магнитах, которые держат тысячи килограммов!

Вот попробуйте, сделайте себе небольшой электромагнит, и, хоть вы живете на сто лет позже Пфаффа, работа электромагнита удивит вас не меньше.

Достаньте старый железный болт длиной примерно 10 *см* и диаметром 10 *мм*. Намотайте на него на длине 5—6 *см* медную изолированную проволоку диаметром 0,4—0,5 *мм*. Мотать нужно плотно, виток к витку, сначала один ряд, на него второй, сверху третий и так до тех пор, пока намотаете 200—250 витков. Пойдет на это 25 *м* проволоки.

Концы обмотки очистите от изоляции и присоедините к пластинкам карманной батарейки. Испытайте, какой вес может удержать ваш самодельный электромагнит (рис. 1). Вы удивитесь, когда взвесите груз, который держит ваш электромагнит. Правда, недолго работает батарейка. Ток в обмотке электромагнита для нее чересчур большая нагрузка.

Имея электромагнит и батарейку, вы сможете проделать множество очень интересных опытов и, наверное, не раз удивите родных и знакомых работой электрического тока.

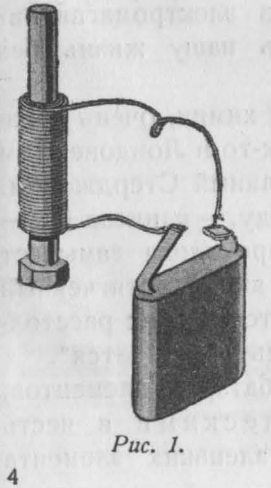


Рис. 1.

Все-таки удивительное дело: как только по проволоке проходит ток, болт становится магнитом, и к нему подскакивают со стола легкие железные и стальные предметы. Значит, что-то происходит вокруг магнита. Конечно, что-то происходит, и нетрудно даже увидеть, что именно.

Напилите побольше железных опилок и просейте их через мелкое сито. Положите на стол обычный подковообразный магнит, накройте его листком плотной белой бумаги и посыпьте бумагу опилками. Ничего особенного не замечаете? Постучите по бумаге пальцем, чтобы опилкам легче было

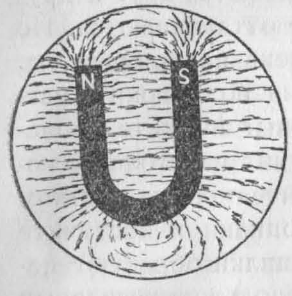


Рис. 2.

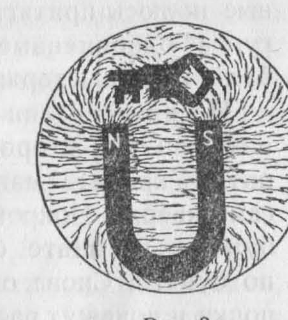


Рис. 3.

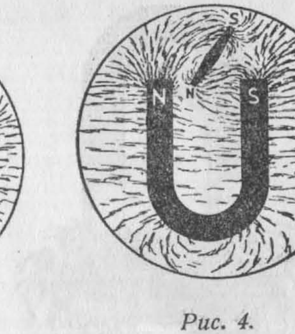


Рис. 4.

передвигаться по ней, и вы увидите, что опилки составят какие-то ясно различимые цепочки. Тут не может быть никакого сомнения: тонкие цепочки опилок соединили полюсы магнита. И вокруг магнита опилки расположились в определенном порядке. Они поместились плотнее у полюсов, а чем дальше, тем менее плотно (рис. 2). Физики назвали пространство вокруг магнита „магнитным полем“, а линии, по которым располагаются опилки, — „силовыми линиями магнитного поля“. Это знаменитый английский ученый Майкл Фарадей больше ста лет назад предложил пользоваться опилками, чтобы сделать „видимыми“ силовые линии магнитного поля.

С помощью железных опилок вы можете увидеть, что происходит с магнитным полем, когда к полюсам магнита приближается железный предмет. Подложите под бумагу к полюсам магнита небольшой железный ключик, снова постучите по бумаге, и вы увидите, что опилки быстро перестроятся в новую фигуру. Они сгустятся вокруг ключика, загнутся к нему: магнит „притягивает“ (рис. 3).

А попробуйте, положите перед полюсами подковы небольшой намагниченный стержень и постучите по бумаге. Если около северного полюса подковообразного магнита оказался северный полюс стержня, цепочки опилок очень интересно перестроятся. От северного полюса подковообразного магнита линии поля загнутся, обойдут северный полюс стержня и пойдут к его южному полюсу. Они „не хотят“ соединяться с северным полюсом стержня. Зато к этому полюсу стержня пойдут почти прямые линии от южного полюса подковы (рис. 4). Разноимен-

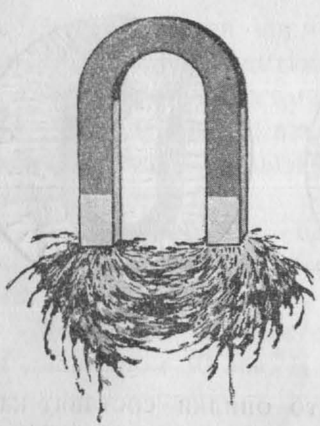


Рис. 5.

ные полюсы притягиваются друг к другу, а одноименные отталкиваются. Не будь трения, стержень повернулся бы.

Но идут ли линии поля вокруг магнита во все стороны? Можете проверить. Укрепите магнит на столе полюсами кверху. Покройте полюсы листком бумаги, насыпьте опилки и постучите по бумаге. Снова опилки образуют цепочки и покажут расположение силовых линий поля. Значит, и вдоль и поперек вокруг магнита идут линии поля, значит, наверняка идут они во все стороны. Это тоже можно проверить.

Укрепите магнит над столом на подставке полюсами вниз. Вырежьте из плотной бумаги маленькую лопаточку, наберите ею немного опилок и поднесите к полюсам магнита. Опилки подскочат и пристанут к магниту. Поднесите еще несколько порций опилок, и на полюсах магнита повиснет „беседка", только „крышей" вниз (рис. 5).

Цепочки опилок в этой беседке расположатся точно так же, как располагались раньше—вдоль и поперек магнита, только сейчас они идут во все стороны вокруг полюсов. Для этого опыта нужен сильный магнит.

Пользуясь свойством электромагнита размагничиваться, как только выключается ток, можно получить непрерывное вращение железного стержня около полюсов — сделать электромотор.

МОТОР ИЗ ДВУХ ВИНТОВ С ПРОСТЫМ ЯКОРЕМ

Возьмите большой железный шуруп, намотайте на него 300 витков изолированной медной проволоки диаметром 0,2—0,25 *мм* и вверните в деревяжку. Вырежьте из жести от консервной банки десяток полосок, проколите их все посредине и наденьте на вязальную спицу. Чтобы полоски не расходились веером, оберните концы тоже жестяными полосками. Получится якорь.

Спицу-ось с якорем поставьте около шурупа (рис. 6) так,

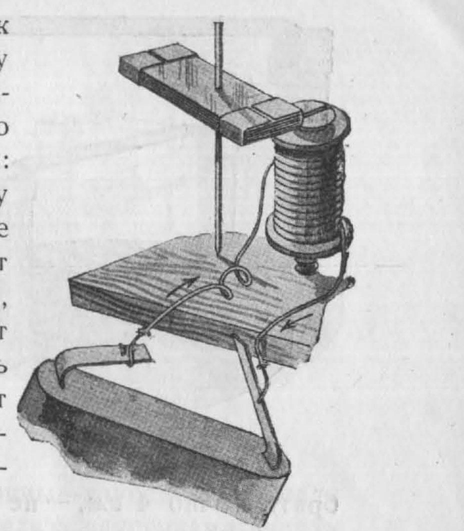


Рис. 6.

чтобы якорь проходил над ним как можно ближе. Теперь, если в обмотку пустить ток, винт намагнитится и притянет якорь. В этот момент ток надо выключить, но якорь не остановится: он с разгона проскочит дальше, потому что винт размагнитился и больше не притягивает якоря. Когда якорь будет приближаться к винту другим концом, снова включите ток. Электромагнит опять дернет к себе якорь, но вы опять выключите ток, якорь снова проскочит над винтом и будет вращаться все время, пока вы будете включать и выключать ток.

Конечно, включать ток руками плохо: не успеешь точно, во-время, да и какой это мотор, если нужно все время около него стоять и проволокой прикасаться? Надо так придумать, чтобы ток сам прерывался, когда это нужно.

И держать ось пальцами не годится. Нужно устроить рамку в виде буквы П, в которой стояла бы ось.



Рис. 7.

Так можно соорудить мотор, но лучше сделать его посильнее: добавить еще один винт с обмоткой. Тогда при включении тока винты-электромагниты будут тянуть якорь сразу за оба конца. При этом лучше поставить не два отдельных винта, а соеди-

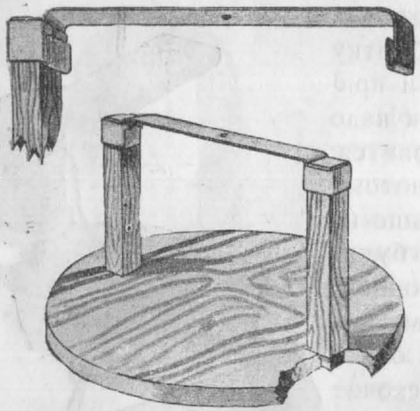


Рис. 8.

нить их внизу жестяными полосками, чтобы получился подковообразный электромагнит.

Наш мотор (рис. 7) можно быстро сделать.

Из толстой фанеры или дощечки толщиной 0,5 *см* выпилите основание мотора — кружок диаметром 8 *см*.

Подберите два шурупа длиной по 4 *см* с плоскими головками. Шурупы лучше взять толстые, диаметром примерно 4—6 *мм*. Длину не обязательно брать точно 4 *см*, — не нужно короче, а если достанете длиннее, придется только удлинить стойки рамки, в которой держится ось. Палочки-стойки должны быть на 1,5 *см* выше концов винтов, ввернутых в дощечку. Их нужно хорошо укрепить. Выдолбите в основании два отверстия, промажьте внутри клеем и заколотите палочки (рис. 8).

Из жести вырежьте полоску длиной 9 *см* и шириной поменьше сантиметра (7—8 *мм*). Это будет перекладина для оси, или, как ее называют, „подшипник". Загните полоску одинаково с обоих концов. Она должна плотно входить между палочками.

Вырежьте из жести еще две полоски шириной 1 *см* и длиной 4—5 *см*. Вставьте подшипник на место и оберните заготовленными полосками концы палочек. На рис. 8 показано, как это нужно сделать. Там видно, что концы полоски подшипника загибаются кверху и не дают разматываться тем полоскам, которые прикрепляют его к палочкам. При таком устройстве подшипник можно снимать, а это очень важно.

Для оси подберите вязальную спицу или жесткую проволоку. Можете взять обрезок велосипедной спицы, но вязальная удобнее: у нее острый конец. Точно в центре подшипника пробейте гвоздем или шилом отверстие, в которое будет вставляться ось. Отверстие должно быть таким, чтобы ось в нем вращалась легко, но не болталась.

Во всяком моторе есть две части: одна неподвижная — ее

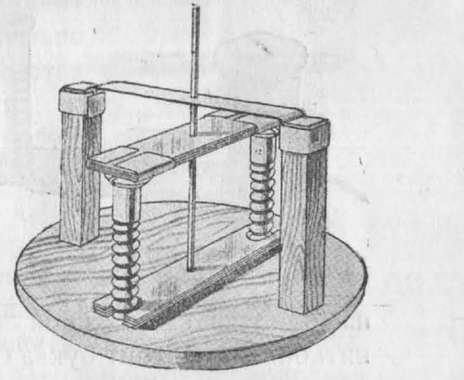


Рис. 9.

называют „статор" — и другая вращающаяся — „ротор". В нашем моторе статор — это дощечка с палочками, подшипником и электромагнитом, а ротор — ось с полосками и прерывателем тока.

Полоски ротора вырежьте из жести. Их должно быть десять штук. Длина полоски — 4,5 *см*, ширина — 1,5 *см*. В центре каждой полоски пробейте отверстие по толщине оси. Когда пробьете, с одной стороны выйдет гладко, а с другой стороны, у краев отверстия, получатся зазубрины — заусенцы. Их надо убрать. Положите полоску на кусок железа заусенцами кверху и расплющите их молотком. Полоска станет гладкой, но отверстие уменьшится. Тогда снова пробейте его гвоздиком и опять расплющите. Повторите это несколько раз. Заусенцев не будет, отверстие станет таким, что полоска туго наденется на ось. Соберите их все на оси и потуже оберните концы ниткой, проволокой или узенькими полосками жести.

Можете браться за самую трудную часть мотора — электромагнит.

Прежде всего наметьте на дощечке-основании места винтов. Головки винтов должны быть как раз под концами полосок ротора (рис. 9). Когда наметили места винтов, нарежьте из жести десять полосок шириной 1,5 *см* и длиной 5 *см*. В этих полосках нужно сделать вырезы по концам так, чтобы в них туго проходили винты. Глубину вырезов подсчитайте сами. Посмотрите на рис. 9, как лежат эти полоски, и тогда все будет понятно.

Отметьте на винтах, сколько остается места для обмотки, выверните винты и оклейте их одним-двумя слоями бумаги. Оклеивать нужно только там, где будет обмотка.

Вырежьте из картона четыре кружка диаметром по 1,5 *см*, прорежьте в них отверстия, наденьте на винты и приклейте. Получатся катушки, на которые удобно наматывать проволоку.

Проволока для электротехнических приборов бывает разных

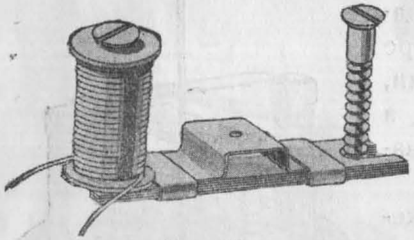


Рис. 10.

диаметров и из разных материалов, но чаще всего изготовляется из меди. Она имеет обычно такие обозначения: ПБО, ПБД, ПШО, ПШД, ПЭ, ПЭБО или еще иначе. Эти обозначения легко расшифровать. Буква П всегда значит: **п**роволока, буква Б указывает, что проволока изолирована (обмотана) **б**умажной ниткой, а буква Ш — что **ш**елковой ниткой. Если стоит буква О, значит, **о**дин ряд ниток в изоляции, а если буква Д, значит, **д**ва ряда ниток, один на другом. Буква Э обозначает, что проволока покрыта эмалью — **э**малирована. Марка ПБД — это **п**роволока, изолированная **б**умажными нитками в **д**ва ряда. Такая комбинация, как ПЭБО, обозначает: **п**роволока **э**малированная и сверху изолированная **б**умажной ниткой в **о**дин ряд. Так легко разобрать любое обозначение.

Для обмотки электромагнитов все равно, какой сорт проволоки взять — лишь бы она была изолированной и не толще чем 0,3 *мм*; можно взять 0,2 *мм* или 0,25 *мм*. Диаметр проволоки считается без изоляции.

На каждый винт нужно намотать по 250—300 витков проволоки аккуратно, виток к витку. Конец обмотки завяжите ниткой, иначе проволока распустится.

Обмотанные винты можно ввернуть в основание, но сначала нужно еще сделать маленькое приспособление для того, чтобы ось правильно вращалась.

Вырежьте из жести полоску шириной 1,5 *см* и длиной 4 *см*. Изогните ее в „скамеечку" и привяжите полосками жести или проволокой к пластинкам электромагнита (рис. 10). В центре скамеечки проделайте отверстие по диаметру оси и ставьте все части на места.

Вверните винты и отрегулируйте положение полосок ротора на оси. Они должны проходить на расстоянии 1—2 *мм* от головок винтов.

Чем меньше будет расстояние между полосками ротора и головками винтов, тем сильнее будет тянуть электромагнит, тем лучше, значит, будет работать мотор. Но очень близко

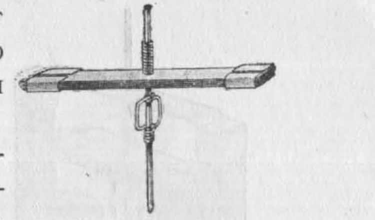


Рис. 11.

подводить ротор тоже нельзя: в момент включения тока электромагнит так сильно притягивает полоски, что они изгибаются и задевают за головки винтов.

Когда после нескольких опытов подберете наилучшее расстояние между полосками и электромагнитом, закрепите якорь на оси. Очистите от изоляции кусок звонковой проволоки и намотайте на ось над полосками. Намотайте столько, чтобы ось можно было только немного приподнять.

Остается последнее дело — изготовить прерыватель тока. Как его сделать, понятно по рис. 11. Это просто проволочная рамка, прикрученная к оси.

Собственно прерыватель состоит из двух частей: рамки на оси и пружинки, укрепленной в стойке подшипника.

Поставьте ротор на место и в одной из стоек, как раз напротив рамки прерывателя, просверлите шилом отверстие. Шило лучше брать не круглое, а граненое, — оно очень хорошо сверлит. Сверните из проволоки пружинку, вставьте в отверстие стойки и закрепите спичкой. Понятно, что рамка и пружинка изготовляются из проволоки без изоляции.

Тот конец пружинки, который входит внутрь мотора, нужно изогнуть таким образом, чтобы он касался рамки только тогда,

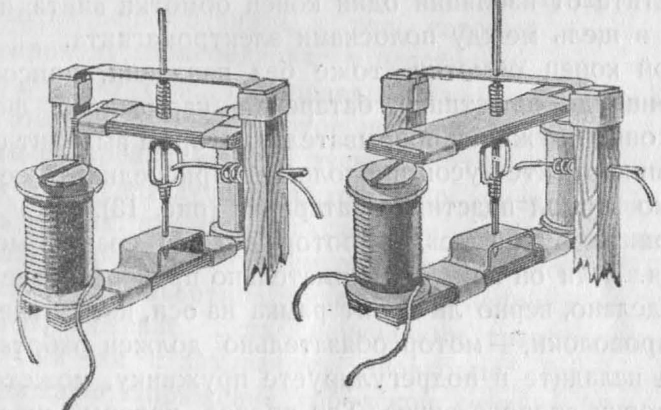


Рис. 12.

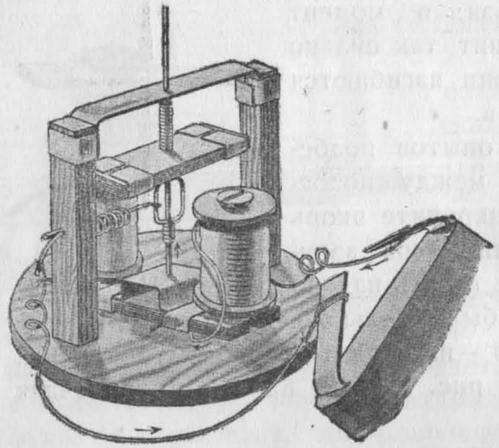


Рис. 13.

когда нужно включить ток. Поставьте полоски ротора точно между винтами (рис. 12, слева). В этом положении пружинка должна прикасаться к рамке. Когда полоски находятся как раз над винтами, рамка проходит мимо пружинки. Это положение видно на рис. 12, справа. Постарайтесь изогнуть пружинку очень точно, — от этого зависит, хорошо или плохо будет работать мотор.

Когда все хорошенько отрегулируете, можете начать испытания. Сначала попробуйте, как работает мотор с одним включенным винтом, а потом добавьте второй, — сразу трудно правильно присоединить оба.

Нам нужно получить соединение обмотки винта с рамкой прерывателя, но к нему или к оси присоединить проволоку нельзя: они вращаются. Можно сделать иначе. Раз ось стоит на полосках электромагнита статора и касается „скамеечки“, достаточно присоединить провод к ним, и ток попадет в рамку. Очистите от изоляции один конец обмотки винта и плотно вставьте в щель между полосками электромагнита.

Другой конец обмотки, тоже без изоляции, присоедините к какой-нибудь пластинке батарейки карманного фонарика. К тому концу пружинки прерывателя, который выходит снаружи стойки, прикрутите кусок проволоки и присоедините ее другим концом ко второй пластинке батарейки (рис. 13).

Поверните рукой ось, и ротор должен сразу быстро завертеться. Если он не идет, внимательно проверьте, все ли правильно сделано, верно ли стоит рамка на оси, нет ли где-нибудь обрыва проволоки, — мотор обязательно должен работать.

Когда наладите и подрегулируете пружинку, можете включить обмотку второго винта. Тот провод, который шел от обмотки первого винта к полоскам электромагнита у „скамеечки“,

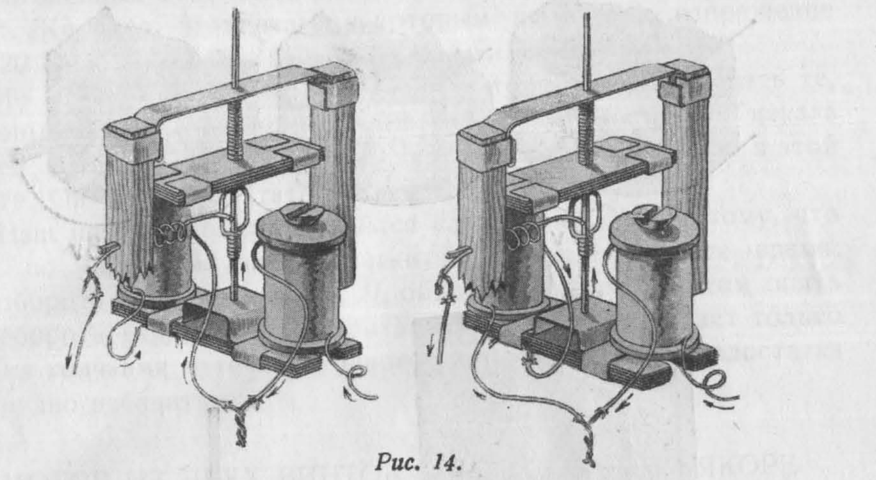


Рис. 14.

отсоедините и прикрутите к одному из концов обмотки второго винта. Другой конец обмотки первого винта так и оставьте присоединенным к пластинке батарейки. Свободный конец обмотки второго винта присоедините к пластинкам статора около „скамеечки“ (рис. 14, слева). Если мотор стал много лучше работать, значит, обмотка второго винта включена правильно. Если совсем перестал работать,—это пустяки, нужно только изменить присоединение концов обмотки. Тот провод обмотки второго винта, что шел к пластинкам статора, прикрутите к проводу обмотки первого винта, а тот, который был прикручен к этому проводу, присоедините к пластинкам статора, — мотор сразу зажужжит (рис. 14, справа). Смажьте ось маслом в тех местах, где она трется, и мотор пойдет еще лучше.

Вместо батарейки можете пускать мотор от сети городского тока,— он будет лучше работать. Но, конечно, прямо в сеть включать нельзя: проволока раскалится, на ней обуглится изоляция, затем проволока совсем расплавится, могут перегореть предохранители в квартире, будет много неприятностей. Нужно понизить напряжение. Есть специальные трансформаторы для звонков. Они так и называются „звонковые“. Эти трансформаторы понижают напряжение городской сети со 120 вольт до 3—5—8 вольт.

С обеих сторон этих трансформаторов выпущены винты. Там,

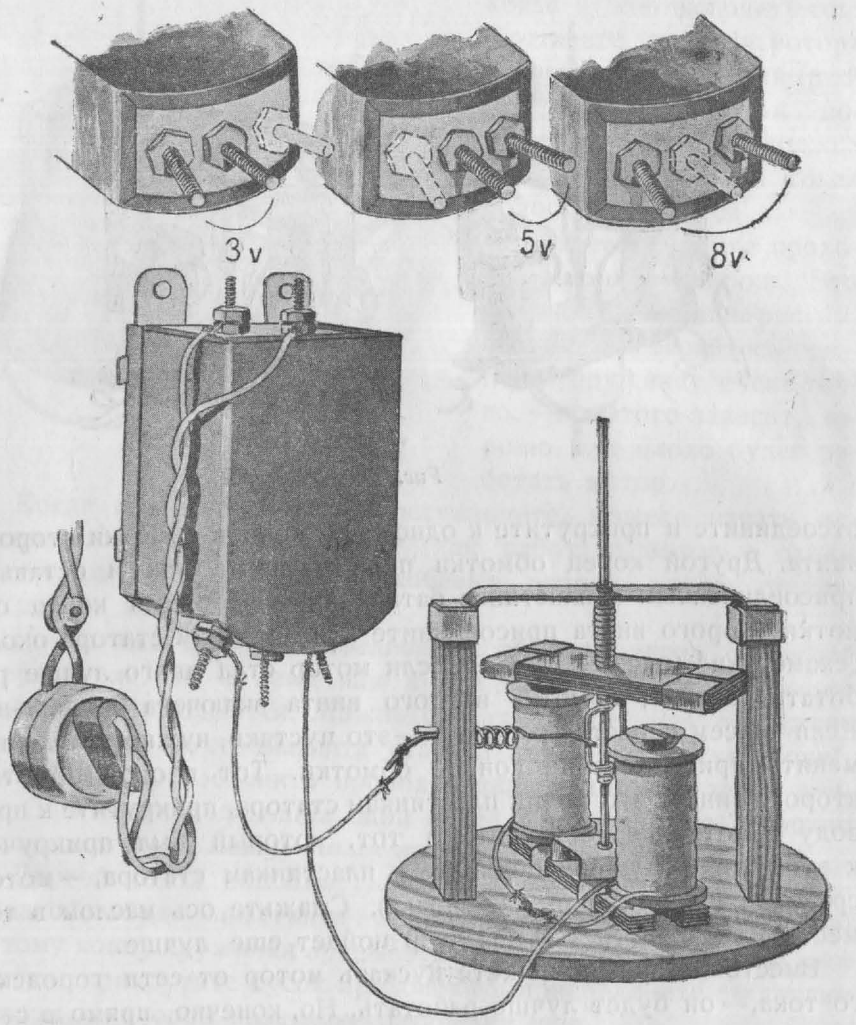


Рис. 15.

где два винта, нужно присоединить шнур с вилкой на конце. Вилка включается в штепсель, и тогда с другой стороны, где выступают три винта, можно присоединять мотор.

На рис. 15 показано, как включать трансформатор, между какими винтами у него 3, 5 и 8 вольт и как мотор присоединяется на разные напряжения. Там, где выступают три винта, напряжение так невелико, что до винтов трансформатора и дру-

гих оголенных мест можно спокойно дотрагиваться: ток не „ударит". Конечно, к винтам, к которым подведено напряжение в 120 вольт, дотрагиваться нельзя.

Не найдете звонкового трансформатора, — можете взять те, которые ставят к выпрямителям радиоприемников для накала нитей ламп, или сделать себе специальный по описанию в этой книге. Он будет работать еще лучше.

Наш первый мотор получился слабеньким. Это потому, что ток по обмоткам электромагнита протекает не все время: $^1/_4$ оборота ротора включен, $^1/_4$ оборота выключен; потом опять $^1/_4$ оборота включен, $^1/_4$ оборота выключен. Он работает только двумя толчками в течение одного оборота. От этого недостатка нетрудно избавиться.

МОТОР ИЗ ДВУХ ВИНТОВ С ОБМОТКОЙ НА ЯКОРЕ

При постройке мотора можно использовать замечательное свойство магнитов притягиваться разноименными полюсами и отталкиваться, если их свести одноименными. Попробуйте свести одноименными полюсами два подковообразных магнита, наложите на них листок бумаги и с помощью железных опилок посмотрите силовые линии магнитного поля. Вы увидите, как расходятся друг от друга линии поля одноименных полюсов (рис. 16). Теперь сведите магниты разноименными полюсами и посмотрите, как тянутся линии поля от полюса к полюсу.

Второй мотор можете сделать почти так, как первый, только добавьте обмотку на полоски ротора. Этот мотор показан на рис. 17.

В первом моторе у нас только электромагнит статора тянул к себе полоски, а здесь и они еще намагничиваются током и поэтому гораздо сильнее притягиваются магнитом статора. Получается гораздо лучше.

Второй мотор должен так работать: ток проходит по об-

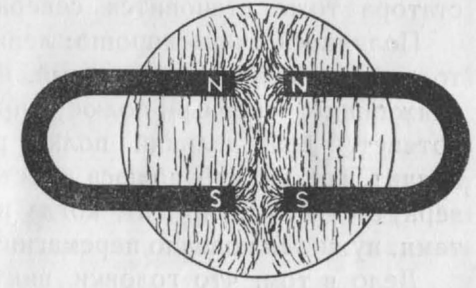


Рис. 16.

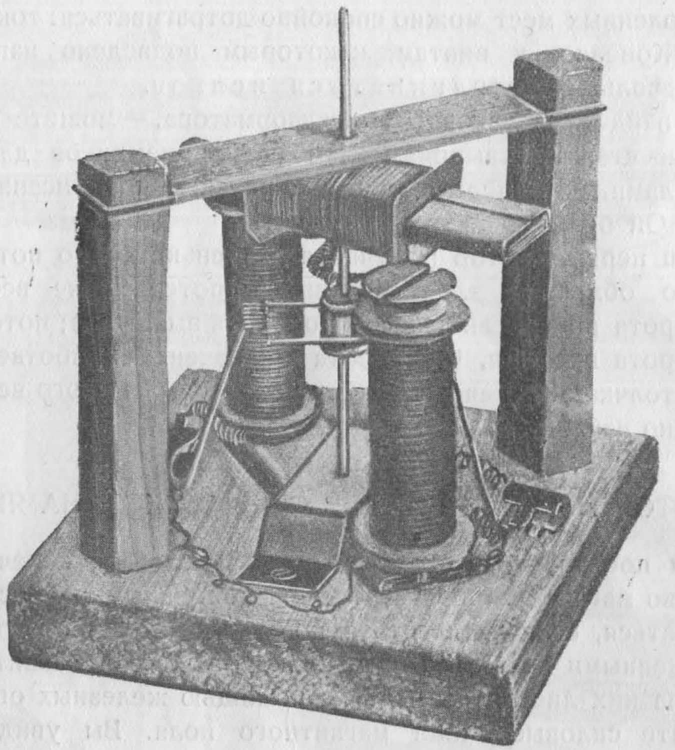


Рис. 17.

моткам подкововообразного электромагнита статора и по обмотке электромагнита ротора; ротор намагничивается так, что, скажем, ближайший к нам полюс его (рис. 18, вверху) становится северным, дальний — южным, а в это время правый полюс магнита статора тоже становится северным, а левый — южным.

Получится очень хорошо: левый, южный, полюс статора оттолкнет дальний, тоже южный, полюс ротора и потянет к себе ближайший, северный, полюс; а правый полюс статора, наоборот, потянет к себе дальний полюс ротора и оттолкнет ближний. Значит, все четыре полюса вместе заставят ротор быстро повернуться. В тот момент, когда полюсы ротора станут над винтами, нужно мгновенно перемагнитить ротор (рис. 18, в середине).

Дело в том, что головки винтов становятся северными или южными полюсами в зависимости от того, в какую сторону

протекает ток по обмоткам винтов. Если посмотреть на полюс магнита с торца и при этом ток протекает по направлению вращения часовой стрелки (рис. 19, вверху), то этот полюс всегда становится южным; а если ток идет против часовой стрелки, полюс становится северным. Поэтому полюсы подковообразных магнитов всегда обматываются в разные стороны. Но можно, не меняя направления обмотки, намагнитить полюсы наоборот: северный сделать южным, а южный — северным. Это очень просто: нужно поменять присоединение концов обмотки к батарейке (рис. 19, внизу).

Так вот, если в тот момент, когда полюсы ротора станут над полюсами статора, переключить концы обмотки ротора, он перемагнитится. Одноименные полюсы ротора и статора окажутся вместе, снова станут отталкиваться друг от друга, и вращение ротора не прекратится (рис. 18, внизу). Ротор будет продолжать двигаться в ту же сторону, а не пойдет обратно, потому что он успел немного разогнаться, и концы его обязательно проскочат над винтами дальше. Так, если каждый раз,

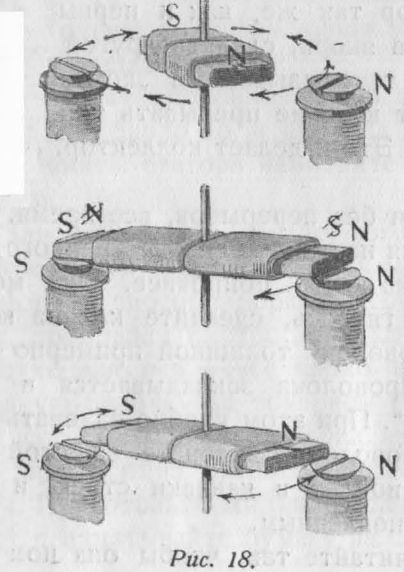


Рис. 18.

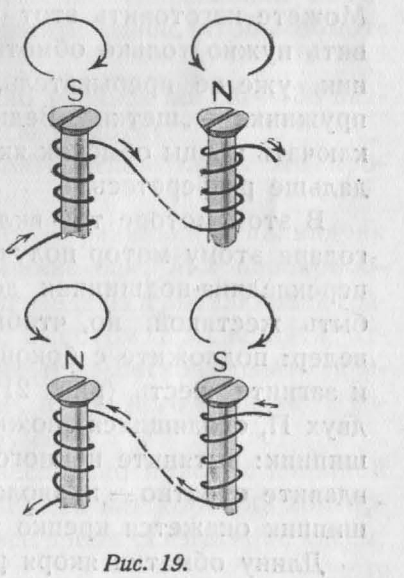


Рис. 19.

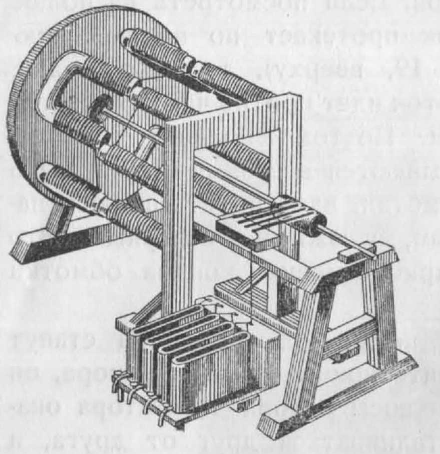


Рис. 20.

когда полюсы ротора будут проходить над винтами, перемагничивать их, мотор будет все время работать.

Примерно так же был устроен самый первый в мире электромотор, изобретенный русским ученым Якòби. Больше ста лет назад, в ноябре 1834 года, он построил мотор, показанный на рис. 20. Только ось ротора была не вертикальной, как у нас, а горизонтальной, и магнитов было не два, а восемь — по четыре подковообразных на статоре и на роторе. Свой мотор Якòби установил в 1838 году на большую восьмивесельную шлюпку и — тоже впервые в истории — поплыл с электрическим двигателем по реке Неве. Двенадцать пассажиров помещались в шлюпке. Батарея в 320 элементов давала ток мотору.

Наша конструкция хоть гораздо проще, но работает хорошо. Можете изготовить этот мотор так же, как и первый. Добавить нужно только обмотку на якорь, сделать другой подшипник, уже не прерыватель, а так называемый „коллектор", и пружинки — „щетки". Ведь тут надо не прерывать ток, а переключать концы обмоток якоря. Это и делает коллектор, а как — дальше разберетесь.

В этом моторе ток включен без перерывов, все время. Благодаря этому мотор получается настолько сильнее первого, что перекладина-подшипник должна быть попрочнее. Она может быть жестяной, но, чтобы не гнулась, сделайте как на краях ведер: подложите с боков проволоку толщиной примерно 2 *мм* и загните жесть (рис. 21). Проволока закладывается в виде двух П, сходящихся „ножками". При этом удобно надевать подшипник: вытяните немного проволоку, наденьте на стойки и вдавите обратно — проволока войдет в канавки стоек, и подшипник окажется крепко установленным.

Длину обмотки якоря рассчитайте так, чтобы она помести-

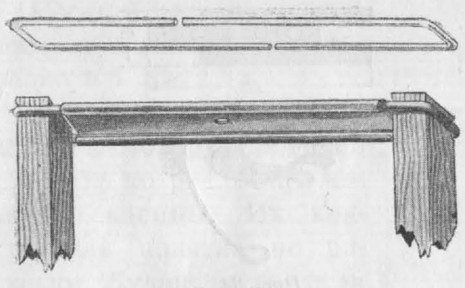


Рис. 21.

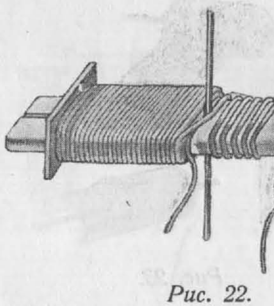


Рис. 22.

лась между катушками статора. Не забудьте сначала оклеить якорь бумагой, затем приклейте с обеих сторон картонные „щеки" и лишь тогда обматывайте. Щеки поставьте так, чтобы они свободно проходили между катушками статора, и тогда будете спокойны, что не намотаете дальше, чем нужно. Концы якоря оберните полосками жести.

Проволока нужна диаметром 0,3 *мм*. Обмотку начните с середины, от того места, где проходит ось. Намотайте аккуратно, виток к витку, один ряд проволоки до щеки; не разрывая проволоки, намотайте сверху второй ряд, в том же направлении обратно до середины; затем третий ряд и обратно четвертый (рис. 22). Не обрывая проволоки, в том же направлении обмотайте другую половину якоря и завяжите конец, чтобы обмотка не разошлась.

На каждую половину якоря должно улечься по 120—130 витков, всего около 15 *м* провода на всю обмотку.

На винты статора намотайте по 200 витков такой же проволоки.

Для коллектора нужно изготовить правильный цилиндрик с отверстием в центре точно по толщине оси. Мы перепробовали много способов: брали кусочек карандаша и выталкивали графит, пробовали выстрогать палочку, а потом просверлить отверстие для оси, — все плохо получается. Легко сделать правильную палочку на токарном станке, а без него — никак. Лучше всего выходит цилиндрик из... бумаги.

Нарежьте из старого чертежа несколько полосок шириной 2 *см*. Приготовьте жидкий столярный клей или хороший конторский и наматывайте бумагу на ось, все время смазывая ее клеем.

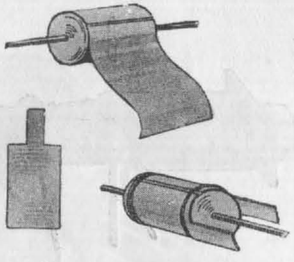


Рис. 23.

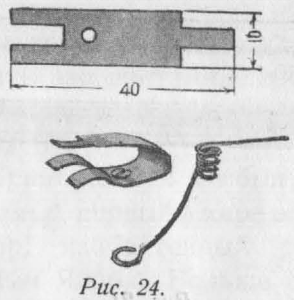


Рис. 24.

Старайтесь мотать плотно, а о краях не заботьтесь, — пусть получатся неровными, потом обрежете. Когда кончится одна лента, вторую не накладывайте на конец первой, а приклейте „встык“, иначе получится бугорок. Намотаете цилиндрик диаметром примерно в 1 *см* — оборвите ленту, обвяжите цилиндрик ниткой и положите высохнуть. Свежий он мягкий, а высохнет — будет крепким. Тогда обрежете острым ножом с обоих концов. Длина цилиндрика должна быть равна 1 *см*.

На цилиндрике нужно сделать две обкладки. Хорошо, если достанете для них тонкую латунь. Попробуйте раздобыть кусочек старой так называемой „бергмановской“ трубки, в которой часто помещают проводку к электромоторам или осветительную проводку. В крайнем случае можете взять кусочки жести.

Измерьте ниткой длину окружности цилиндрика, разделите пополам и вырежьте две обкладки шириной чуть меньше подсчитанной. Длина обкладки должна быть такой же, как длина цилиндрика. Обкладки похожи на лопаты (рис. 23); к их „ручкам“ присоединятся потом провода. Готовые обкладки должны плотно прилегать к цилиндрику. Согните их и привяжите ниткой с клеем к цилиндрику точно одну против другой. Между обкладками должны остаться узенькие щели. Если где-нибудь обкладки коллектора касаются одна другой, мотор совсем не будет работать, а присоединенная батарейка испортится.

Вот и готов коллектор. Наденьте его на ось и прикрутите к „ручкам“ очищенные от изоляции концы обмотки якоря (все равно, какой конец к какой „ручке“).

Теперь можете собрать весь мотор и изготовить щетки. Их лучше всего делать так, как показано на рис. 24, внизу. Они простые и пружинят хорошо.

Изогните их из медной проволоки диаметром примерно в 1 *мм*.

Для удобного присоединения к мотору проводов сделайте по рис. 24 пружинящие клеммы. Их конструкция понятна по рисункам. Лучше всего, если достанете пружинящую латунь, но выйдут они и из жести.

Остается теперь правильно установить коллектор и присоединить концы обмоток статора.

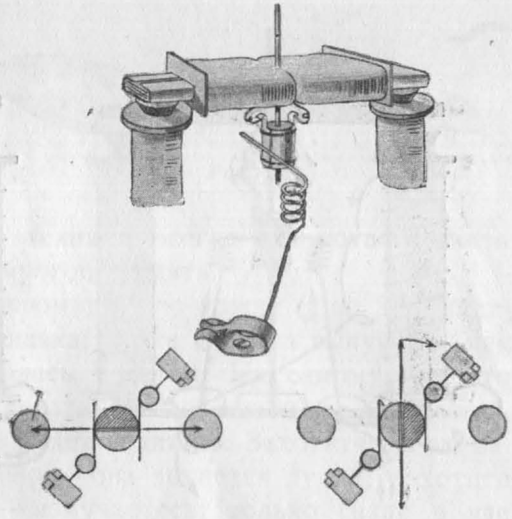


Рис. 25.

Задача коллектора — переключать ток в обмотке якоря. К обкладкам коллектора присоединены концы обмотки якоря, а к щеткам подводится ток. На рис. 25 видно, что получается при вращении. Как только якорь становится над винтами, щетки переходят с одной обкладки на другую (рис. 25 внизу, слева). Значит, направление тока в обмотке якоря меняется, и он перемагничивается. Ясно, что коллектор должен быть установлен так, чтобы как раз тогда, когда якорь станет над винтами, щетки перешли на другие обкладки. Тут надо очень внимательно все сделать: небольшая неправильность установки коллектора сильно ухудшает работу мотора.

Концы щеток присоединяются к клеммам. Они просто зажаты под ними. К клеммам же присоединяются и концы обмоток статора. Можете сначала попробовать работу мотора, включив обмотку одного винта, а затем второго, как делали в первом моторе. Можете сразу соединить обмотки обоих винтов, рассчитав, чтобы направление тока в винтах было разным (рис. 26).

Если оба винта обмотаны в одну и ту же сторону, их легко включать. Начала обмоток обоих винтов присоедините к клеммам, а концы обмоток соедините вместе. Можете наоборот: концы обмоток присоединить к клеммам, а начала — между собой. Это все равно.

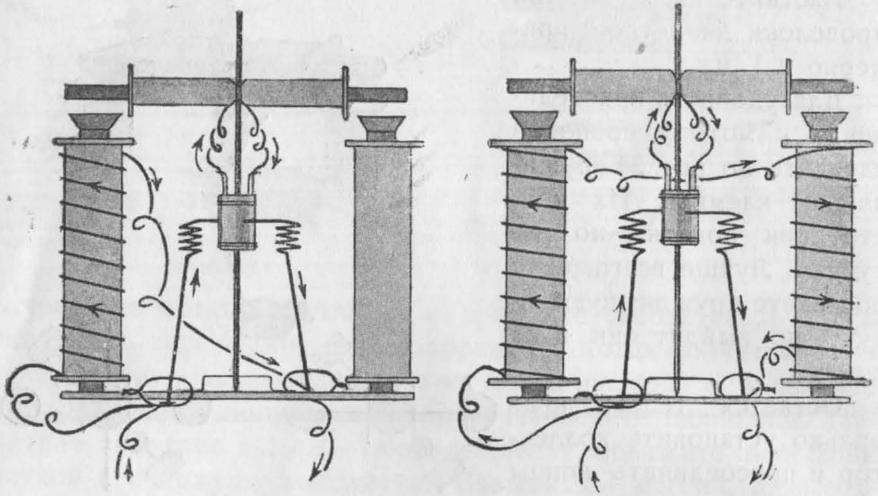


Рис. 26.

Когда все сделаете, проверьте, не торопитесь,— в спешке легко ошибиться. Приключите батарейку, и ротор сразу сам снимется с места и пойдет все быстрее и быстрее. Этим мотором можете приводить в движение самодельные механизмы. Включите его от хорошего сильного трансформатора или не от карманной батарейки, а от трех-четырех больших элементов, и он будет приводить в движение разные модели, сделанные из „конструктора“.

Мотор такого же типа можно сделать по-другому.

ЕЩЕ ОДИН МОТОР С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Посмотрите на любую машину, на любое инженерное сооружение — автомобиль, мост, самолет — или даже на такие простые вещи, как ведро, чайник, ложку. Многие части их очень интересно сделаны. Скажете: конечно, в самолете, автомобиле есть много интересных частей, а где же им быть в ложке или чайнике? И там они есть, только их не замечают.

При изготовлении всякой вещи перед инженером стоит задача сделать ее как можно проще, но прочной и легкой. Прочность и легкость всегда „воюют“ между собой. Сделать, скажем, ложку толстой, получится она крепкой, но тяжелой — много металла пойдет на чее; сделать ее тонкой, весить она будет немного, но зато гнуться будет легко. Кажется, эти две задачи никак нельзя выполнить одновременно, но техники всегда стараются сделать все, что можно. А можно многое сделать.

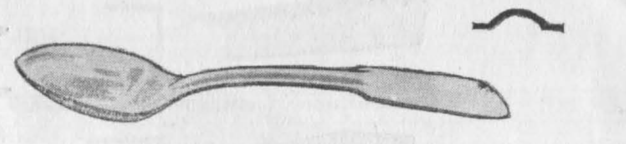


Рис. 27.

Посмотрите на тонкую алюминиевую ложку (рис. 27); видите, вдоль ручки ее идет канавка; ручка сделана выпуклой, как будто для того, чтобы казалась толстой. На самом деле это совсем не потому. Если сделать ручку ложки не выпуклой, а плоской, ложка никуда не будет годиться. Захотите вы ею набрать густое варенье из банки — она выгнется дугой; захотите есть пудинг такой ложкой — измучаетесь; только сахар в чае размешаете ею да кисель жидкий съедите. Нет, скажете, не нужна мне такая ложка, дайте покрепче. А из того же количества алюминия можно сделать прочную ложку: нужно только прогнуть вдоль ручки канавку, сделать ее выпуклой. Оказывается, изогнутый, или, как говорят инженеры, „профилированный“, материал при одном и том же весе гораздо прочнее плоского.

В наших первых моторах подшипники укреплены между деревянными столбиками. Это сделано потому, что жестяные стойки не выдержали бы — быстро согнулись. Если делать стойки металлическими, надо брать железо толщиной не меньше 2 *мм*. А нельзя ли все-таки сделать стойки жестяными? Из профилированной жести?

В строительстве употребляют железо разных профилей, где какой выгоднее. Есть железные полосы (балки), изогнутые в виде буквы Г, — это угловое железо. Есть изогнутые в виде буквы П — это швеллерное. В виде буквы Т — тавровое. Если два Т сложены вместе вот так: Т над ⊥ — это двутавровое железо. Есть железо, профилированное в виде латинской буквы Z; его так и называют — зетовое железо. Всякий знает профиль рельса, трубы или волнистого железа (рис. 28). Какой профиль лучше выбрать для стоек нашего мотора? Удобнее всего швеллер.

Уж если стойки из жести, тогда, конечно, и винты для

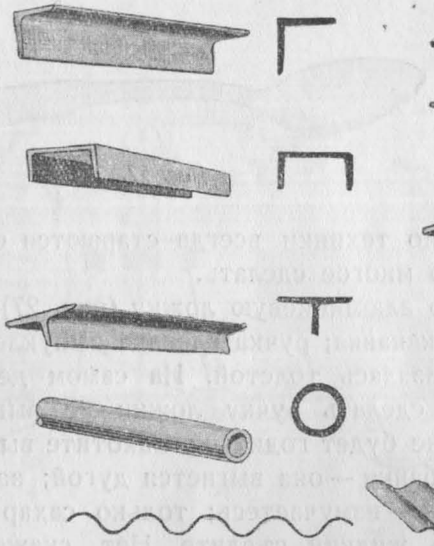


Рис. 28.

электромагнита не нужно применять — сделать сердечник его жестяным. Ведь это очень удобно: взять пачку полосок жести, согнуть ее в „подкову", и готов сердечник магнита. Тут не надо искать винты подходящих размеров: мотор можно сделать совсем небольшим (рис. 29).

Вырежьте из жести десять полосок длиной по 15 *см* и шириной 1,5 *см*. Согните их в тисках в букву П так, чтобы перекладина получилась длиной 4 *см*. Чтобы полоски не рассыпались, оберните жестью полюсы по всей длине (рис. 30). Отрежьте выступающие концы и ровно запилите напильником.

Якорь изготовляется так же, как и в первых моторах. Только длина его зависит от того, на каком расстоянии друг от друга получились полюсы подковообразного магнита статора. Если сделали их на расстоянии 4 *см* один от другого — 5 *см* снаружи, — длина полосок якоря должна быть тоже равна 5 *см*.

Коллектор, щетки и клеммы точно такие, как во втором моторе. Так же, как в первых моторах, здесь нужен нижний подшипник для оси. Он тоже выгибается в виде скамеечки и двумя жестяными полосками прикрепляется к деревянному основанию мотора. Дощечка основания — 7,5×7,5 *см*.

Когда отрегулируете высоту крепления якоря на оси, сделайте П-образную арку для верхнего подшипника. Вырежьте из жести полоску длиной 21 *см* и шириной 2 *см*. Отогните по длине с обеих сторон полусантиметровые края. Получился длинный швеллер (рис. 31). В середине швеллера отмерьте 7-сантиметровую часть; прорежьте в этих местах края швеллера и изогните его в букву П. Снизу надрежьте концы по сгибам на 0,5 *см* и разогните лапки, которыми стойка станет на основание мотора. Попробуйте, какой прочной получилась наша жестяная конструкция! И красиво, и просто, и очень крепко.

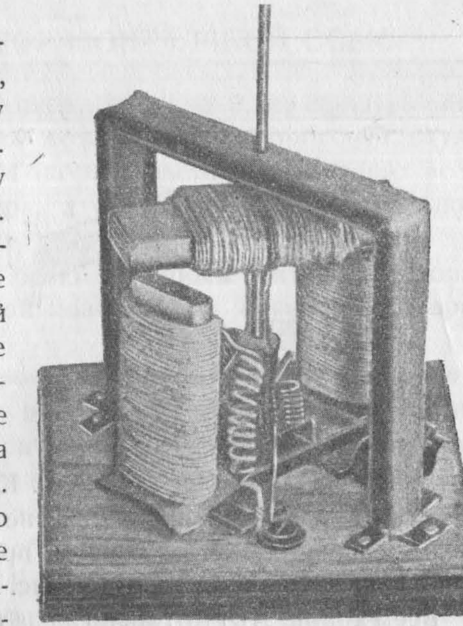


Рис. 29.

Если хотите, чтобы этот мотор был сильнее второго, сделайте обмотку проводом 0,4 *мм*. Изоляция может быть какой угодно.

На якорь намотайте четыре ряда проволоки — по 80 витков на каждую сторону, а на электромагнит по три ряда на каждый полюс, по 120 витков. Включение обмоток точно такое, как во втором моторе.

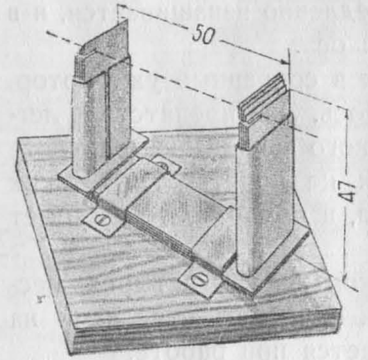


Рис. 30.

Когда обмотка закончена, прибейте швеллерную стойку верхнего подшипника. Но надо еще позаботиться о том, чтобы мотор работал во всех положениях. Сейчас ротор может передвигаться в подшипниках, и, если поднять ось, обмотка якоря будет задевать за края швеллера. Прежде чем окончательно прибивать стойку к основанию, наверните на ось над обмоткой якоря несколько

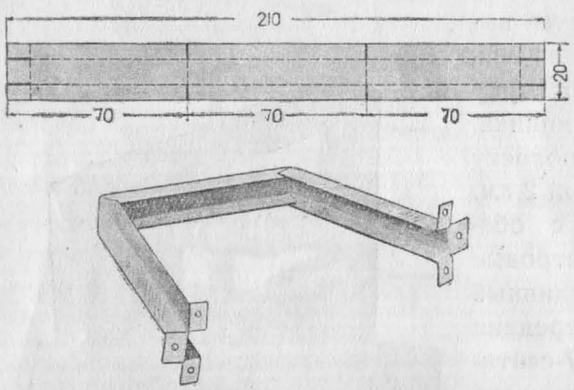


Рис. 31.

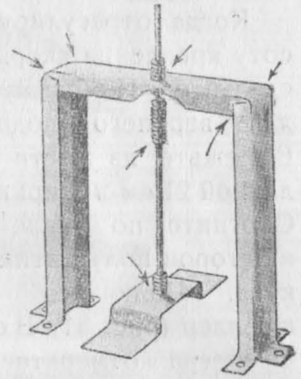


Рис. 32.

витков проволоки без изоляции. Количество витков нужно рассчитать так, чтобы проволока не упиралась в швеллер, а давала бы возможность чуть-чуть приподнимать ось. Так же сделано у нас в первом моторе (рис. 11).

Всем хорош этот мотор, но из-за того, что он мощный, довольно быстро разрабатываются отверстия жестяных подшипников. Ось начинает болтаться, и мотор приходится „сдавать в ремонт".

Если умеете паять, можете сделать замечательные подшипники из обрезков звонковой проволоки. Их очень легко сделать: намотайте на ось пять-шесть витков звонковой медной проволоки диаметром 0,8 *мм,* расширьте отверстия подшипников в жести и вставьте в них эти медные вкладыши; остается чуть припаять их на месте, и все готово (рис. 32). При этом двойная выгода получается: подшипник медленно изнашивается, и в меди очень легко вращается стальная ось.

Лучше всего впаивать подшипники в собранный уже мотор. Но тогда может заодно припаяться и ось. Это препятствие легко обойти: натрите ось графитом черного карандаша и можете спокойно паять. Олово в этих местах не пристанет. В таких подшипниках хорошо держится смазка, и мотор долго работает без перебоев.

Раз уж паяете, троньте паяльником еще в четырех местах — в сгибах швеллера (места паек показаны стрелками на рис. 32). Он тоже немного разбалтывается при работе.

Теперь все. Ни к одной детали нельзя придраться.

ПРОСТОЙ МОТОР С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ

Всем хорош наш третий мотор, но мало похож он на настоящий. Почти все настоящие моторы имеют горизонтальную ось, а наши — вертикальную. И якорь в настоящих моторах всегда расположен внутри статора, а у нас вращается отдельно, над ним.

Мотор с горизонтальной осью и якорем внутри статора соорудить нетрудно. При такой конструкции магниты статора сильнее действуют на ротор.

Этот первый мотор с горизонтальной осью сделаем попроще (рис. 33). Он очень похож на второй мотор. Примерно такие же винты и двухполюсный якорь с коллектором, только немного изменены формы электромагнитов: там магнит статора был подковообразным, а здесь он замкнут сверху. Такая конструкция работает, как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами (рис. 34).

Для изготовления этого мотора достаньте два толстых винта. Только найдите винты покороче, а то мотор получится слишком высоким. Не найдете толстых винтов, можете туго обернуть тонкие винты полосками жести. Намотайте жесть до диаметра 6—7 *мм.*

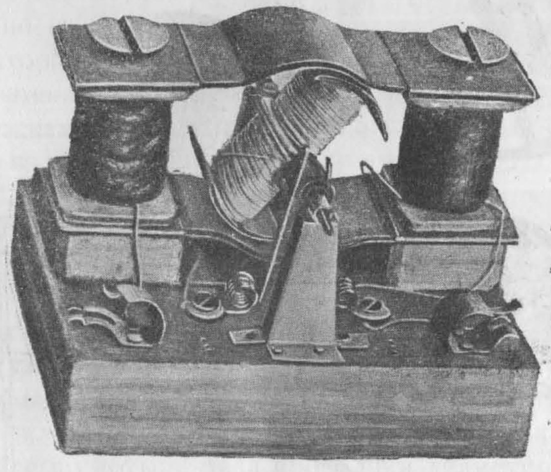


Рис. 33.

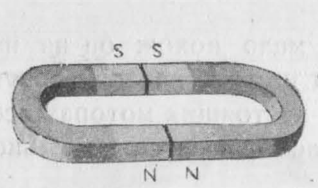


Рис. 34.

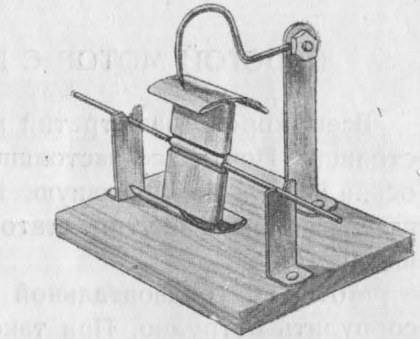


Рис. 36.

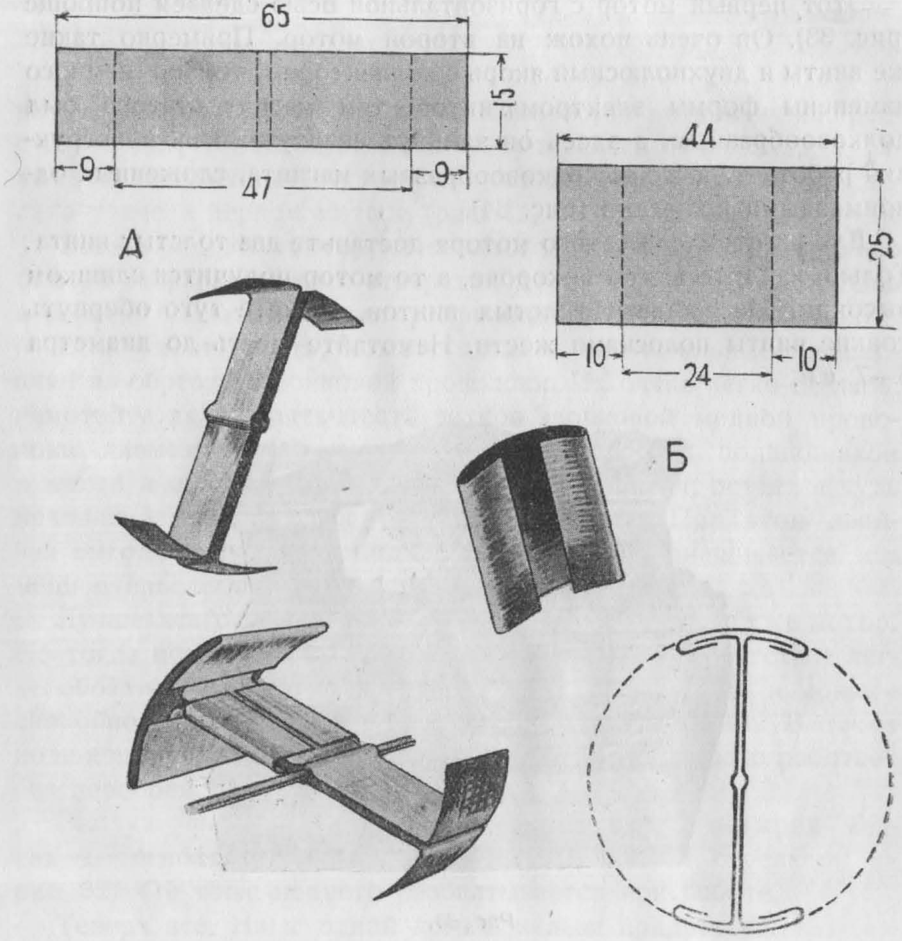


Рис. 35.

Прежде всего сделайте якорь. Вырежьте из жести две полоски *А* длиной по 6,5 *см* и шириной 1,5 *см* (рис. 35). Изогните их, как показано на рисунке. Там размеры проставлены в миллиметрах. На концы полосок надо надеть жестяные обоймы *Б*, вырезанные по размерам, показанным на том же рисунке. Эту заготовку якоря наденьте на ось (вязальную спицу) и оберните жестяными полосками в два слоя. Два слоя нужны для увеличения массы железа якоря. Обоймы *Б* выгните так, чтобы они образовали часть круга.

Сразу после изготовления якорь не получается достаточно точным. Для проверки его сделайте специальный контрольный станочек, показанный на рис. 36.

Готовый, укрепленный на оси якорь кладется в выемки двух стоек станочка, а острие изогнутой проволоки — указателя станка — подводится к одному из полюсов якоря. При вращении якоря под острием указателя сразу видно, какой конец получился длиннее, какой короче. Более длинный конец укорачивается легкими ударами молотка по нему. Передвигая якорь вправо и влево, можно проверить точность изготовления якоря в любой точке.

Коллектор сделайте точно такой же, как для второго мотора, и наденьте его на ось якоря. Обматывается якорь проводом 0,3 *мм* — по 100 витков на каждой стороне, в три ряда, так, как показано на рис. 22.

Для статора вырежьте десять полосок жести длиной по 10 *см* и шириной 2,5 *см*. Сложите их по пяти штук и оберните концы полосками жести шириной 2,5 *см*. Середины заготовленных пачек изогните точно по обоймам якоря. Их форма видна на рис. 33. Между этими пачками — полюсами статора — должен поместиться якорь. Значит, нужно тщательно рассчитать высоту катушек и сделать их попрочнее. У нас высота катушек получилась равной 3 *см*. Щеки катушек мы сделали из тоненькой фанеры, а гильзы катушек свернули из бумаги. Катушки должны плотно сидеть на винтах. Проще всего обернуть винты полосками бумаги, заклеить, снять, а потом к этим бумажным гильзам приклеить щеки, и катушки готовы. На каждую катушку намотайте по четыре ряда проволоки диаметром 0,4 *мм* — по 150 витков — и можете собирать мотор.

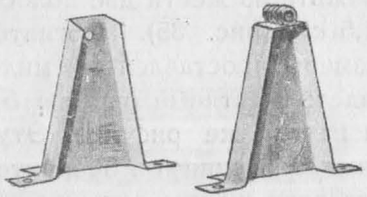


Рис. 37.

Обе пачки жестяных полосок статора выгнуты наружу. Это мешает установить нижние полоски прямо на дощечке-основании. Вырежьте из доски толщиной 1 *см* два квадратика 2,5 × 2,5 *см* и просверлите в них отверстия по толщине винтов. Винты пропустите сквозь пачку верхних полосок, наденьте катушки, затем нижние полоски, заготовленные деревянные квадратики и вверните винты в основание. Размер дощечки основания — 7,5 × 9 *см*.

По установленному статору можно рассчитать нужную высоту стоек для подшипников оси ротора.

Стойки и подшипники можно сделать несколькими способами. Конечно, не годится подставлять деревяжки или выгибать стойки из толстого железа, когда мы умеем пользоваться профилированной жестью.

При изготовлении этого мотора не обязательно уметь паять. Правда, в нашем моторе к жестяным стойкам припаяны проволочные подшипники. Но можно сделать так, как показано на рис. 37, слева: просто загнуть края кусочков жести, вырезанных по форме высокой трапеции, и в жести сделать отверстия. Стойка получается профилированной, как швеллер; она достаточно прочна, но отверстие скоро разрабатывается.

На рис. 37, справа, показана жестяная профилированная стойка с проволочным подшипником, — такая стойка установлена на сделанном нами моторе. Размеров стоек мы не указываем, потому что они зависят от того, на какой высоте получилась ось ротора. Их нетрудно рассчитать самому.

Ту стойку, которая станет со стороны коллектора, придвиньте к нему вплотную и в этом положении прибейте к основанию. Для уменьшения трения проложите между коллектором и подшипником две тоненькие медные шайбочки.

Прежде чем устанавливать вторую стойку, наверните на ось якоря десять-двенадцать витков звонковой проволоки и установите стойку вплотную к ним. Так же мы делали во втором и третьем моторах, чтобы ось якоря не ездила из стороны в сторону.



Рис. 38.

Остается сделать щетки, клеммы и соединить обмотки.

Щетки выгибаются из медной проволоки диаметром 1 *мм* (рис. 38). Они очень похожи на щетки второго и третьего моторов, только иначе установлены, потому что ось мотора расположена горизонтально.

Пружинка внизу дает возможность легко регулировать нажим. Двумя винтиками привинтите щетки к основанию по обе стороны якоря. Не забудьте подложить под винты очищенные от изоляции концы проводов для соединений. С той стороны, где установлены коллектор и щетки, привинтите в углах основания две пружинные клеммы (рис. 24) и можете испытывать мотор.

Провода от щеток присоедините к клеммам, а катушки статора включайте по одной. Сначала соедините все, как показано на рис. 39, — концы одной — любой — катушки идут к тем же клеммам, что и провода от щеток. К этим же клеммам подведите провода от трансформатора или батареи. Если коллектор установлен правильно, ротор должен сразу завертеться.

А как должен быть установлен коллектор? Конечно, так, чтобы в тот момент, когда полюсы якоря стоят вертикально, щетки переходили бы с одной обкладки на другую (рис. 40).

Когда мотор пошел, включите вторую катушку статора. Один из концов первой катушки снимите с клеммы и прикрутите к нему любой конец второй катушки. Свободный конец второй катушки присоедините к той же клемме, к которой раньше

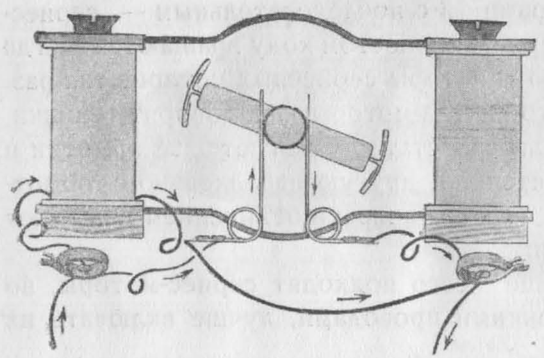


Рис. 39.

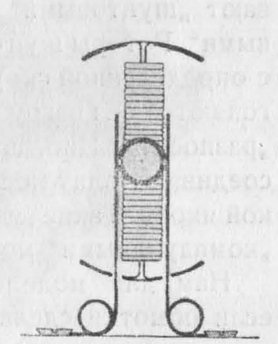


Рис. 40.

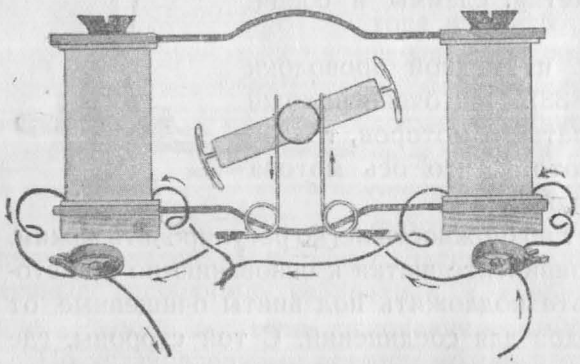


Рис. 41.

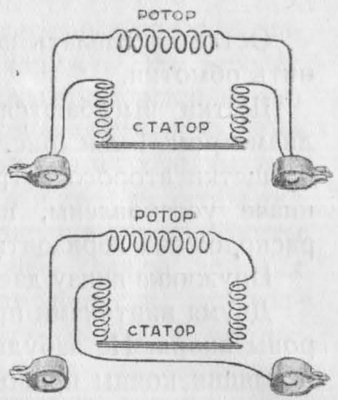


Рис. 42.

был присоединен конец первой катушки (рис. 41). Включите ток. Если ротор сразу быстро завертится, значит, катушка включена правильно. Если он не вращается и подталкивание не помогает, поменяйте присоединение концов второй катушки.

Обмотки якоря и статора соединяют по-разному: „последовательно" и „параллельно". Обмотки этого мотора соединены параллельно: к проводам от щеток, а значит, к концам обмотки якоря, присоединены концы обмотки статора (рис. 42, вверху). Можно соединить иначе: к одной клемме подвести провод от одной щетки, от другой щетки — к обмотке статора, а второй конец обмотки статора — ко второй клемме (рис. 42, внизу). Это — последовательное соединение.

Электромоторы с параллельным соединением обмоток называют „шунтовыми" моторами, а с последовательным — „сериесными". Роторы шунт-моторов на холостом ходу вращаются всегда с определенной скоростью, а роторы сериесных моторов так разгоняются без нагрузки, что иногда моторы, как говорят техники, „разносит". Иногда на полюсах статора делают две обмотки и соединяют одну последовательно, другую параллельно с обмоткой якоря. Такие моторы со смешанным соединением называют „компаундными" моторами.

Нам для моделей чаще всего подходят сериес-моторы, но если обмотки сделаны тонкими проводами, лучше включать их параллельно.

МОТОР С ТРЕХПОЛЮСНЫМ ЯКОРЕМ И ПОВОРОТНЫМИ ЩЕТКАМИ

Четвертый мотор давал большую скорость вращения, но был слабым, потому что при двухполюсном якоре полюсы якоря далеко отходят от полюсов статора, а на большом расстоянии магнит очень слабо притягивает. Можно увеличить число полюсов якоря до трех и построить новый, пятый, мотор, в котором заодно и конструкцию статора тоже изменить (рис. 43). Вместо винтов с жестяными соединениями весь статор сделаем целиком из жести. Для улучшения регулировки мотора щетки коллектора сделаем поворачивающимися.

По сравнению с четвертым мотором этот имеет еще одно преимущество: верхняя часть статора вдвигается в нижнюю, и благодаря этому ее можно точно пододвинуть к полюсам якоря.

Изготовление этого мотора начните с якоря. Он очень похож на якорь четвертого мотора и также весь целиком изготовляется из жести.

Конструкция якоря понятна по рис. 44. Три жестяные полоски *А* выгибаются в V-образные части и обжимаются полосками *Б*.

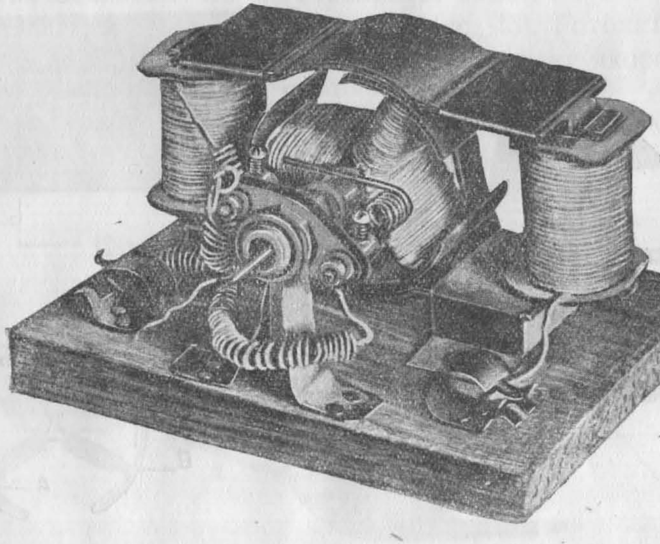


Рис. 43.

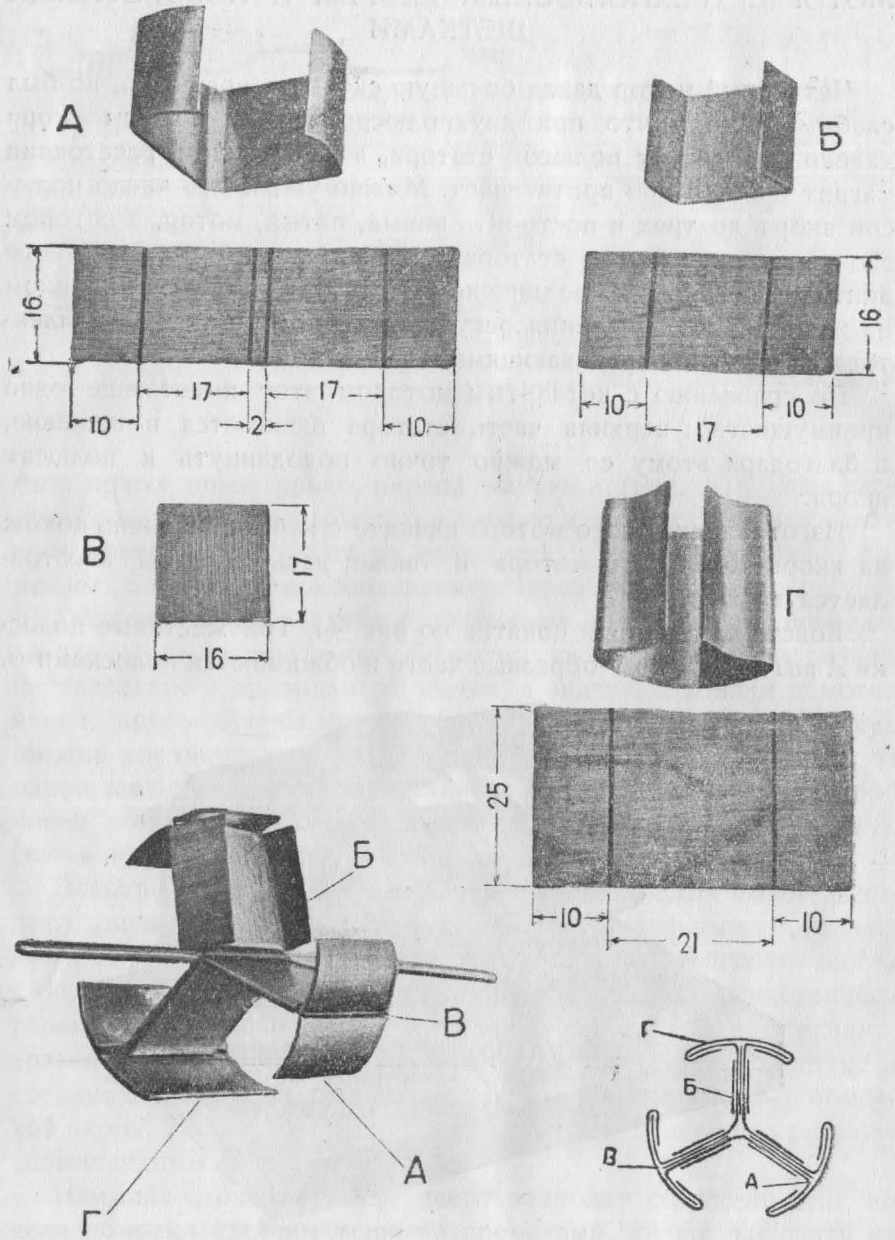


Рис. 44.

Чтобы увеличить массу железа якоря, между V-образными частями закладываются три-четыре прямоугольника *В*. Эти прямоугольники можно вдвинуть после того, как якорь обжат полосками *Б*. Три жестяные полоски *Г* выгибаются так, как показано на рисунке, надеваются на выступающие концы частей *А* и зажимаются на них. Изготовление якоря занимает совсем немного времени.

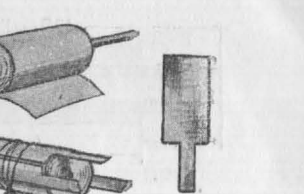


Рис. 45.

В центре якоря получается маленькое треугольное отверстие. В него вдвигается толстая вязальная спица или кусок велосипедной спицы. С обеих сторон должны выступать концы длиной по 3,5—4 *см*. Якорь припаивается к спице.

Полюсы якоря должны быть строго одинаковой длины, а дуги полюсных насадок (части *Г)* должны образовать части одной окружности.

Поставьте якорь на контрольный станочек (рис. 36), проверьте длину полюсов и как можно тщательнее выверьте его.

Раз на этом якоре три полюса, значит, и коллектор должен иметь три обкладки. Он изготовляется таким же способом, как и коллекторы предыдущих моторов (рис. 45). Готовый коллектор наденьте на ось и принимайтесь за обмотку якоря. Провод нужен диаметром 0,3 *мм*.

Перед обмоткой якорь нужно обернуть одним-двумя слоями парафинированной бумаги. Схема обмотки показана на рис. 46.

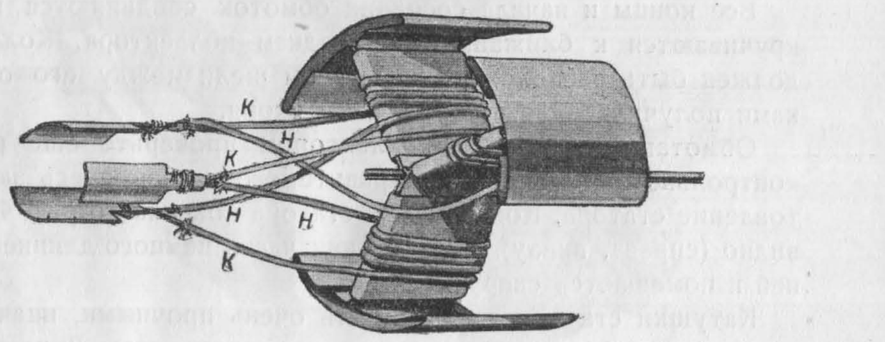


Рис. 46.

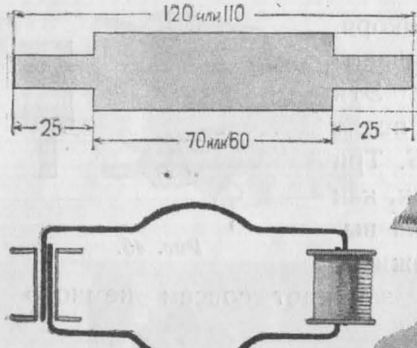


Рис. 47.

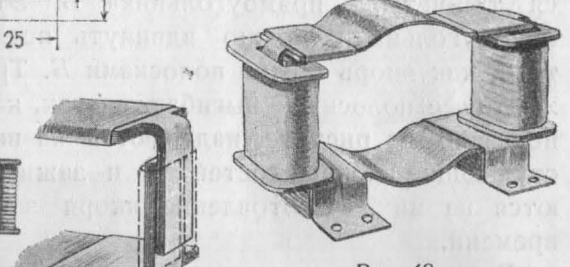


Рис. 48.

На каждый сердечник якоря нужно намотать по 150 витков, по 8 *м* провода. Удобнее всего сделать это так. Вбейте в стол два гвоздя на расстоянии 1 *м* или 0,5 *м* один от другого. На одном из гвоздей закрепите конец провода и натяните его между гвоздями восемь раз, если расстояние между ними 1 *м*, и шестнадцать раз, если расстояние 0,5 *м*. Не снимая провода с гвоздей, перемотайте его на один из сердечников аккуратно, виток к витку.

Так же заготовьте 8 *м* провода для обмотки другого сердечника. Если первый сердечник начали обматывать от оси, второй нужно начать так же и в ту же сторону. Точно так же обматывается и третий сердечник.

Соединяются концы обмотки так, как показано на рис. 46.

Все концы и начала соседних обмоток соединяются и прикручиваются к ближайшим обкладкам коллектора. Коллектор должен быть расположен так, чтобы щели между его обкладками получились между полюсами якоря.

Обмотанный якорь с коллектором проверьте еще раз на контрольном станочке, подправьте его и возьмитесь за изготовление статора. Конструкция статора понятна по рис. 47. Там видно (справа, внизу), что верхняя часть немного длиннее нижней и помещается снаружи ее.

Катушки статора должны быть очень прочными, иначе при вдвигании верхней части статора они повредятся. Лучше всего

сделать их жестяными. Оберните те части статора, где будут катушки, полосками жести, оклейте жесть бумагой и снимите обоймы со статора. На эти обоймы приклейте картонные щеки и можете обматывать.

На каждую катушку намотайте по 150 витков, по 10 *м* провода диаметром 0,4 *мм*. Попробуйте вставить обе части статора в катушки и примерьте, как входит между ними якорь. Готовый статор поставьте на две дощечки и притяните к основанию двумя жестяными П-образными полосками (рис. 48). Размер дощечки-основания — 7,5×9 *см*.

Одну стойку подшипника и сам подшипник сделайте так, как для четвертого мотора (рис. 37, справа). Это подшипник для той стороны оси якоря, где нет коллектора. Стойку подшипника другой стороны нужно сделать немного иначе, но сначала изготовьте поворотные щетки.

Достать нужно: штепсельное гнездо от радиоприемника или от штепселя обычной осветительной проводки, кусочек фибры или другого изоляционного материала толщиной 1,5—2 *мм*, два контакта от выключателя, кусочек медной проволоки диаметром 1,5—2 *мм* и кусочек медной проволоки диаметром 1 *мм*.

На рис. 49 показаны детали щеток. Вырежьте из фибры полоску длиной 32 *мм* и шириной 10 *мм*. Закруглите ее концы и просверлите три отверстия: одно в центре, по наружному диаметру нарезки гнезда, и два на концах, по наружному диа-

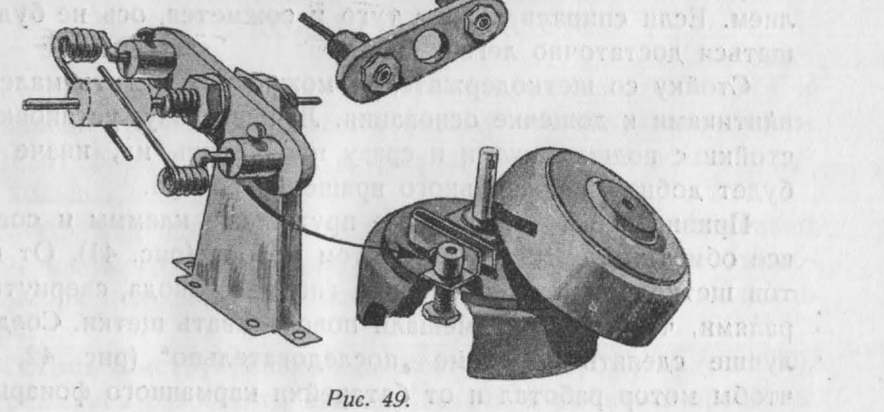


Рис. 49.

метру нарезки контактов. В эти отверстия вставьте контакты и накрепко притяните гайками. Концы контактов, выступающие за гайки, спилите напильником, но оставьте немного нарезки, чтобы можно было еще подложить провода для соединений.

Отрежьте два кусочка двухмиллиметровой проволоки длиной по 1,5 *см* и к их концам припаяйте концы миллиметровых проволок. Эти проволочки сверните на толстом гвозде в спирали по 3—4 витка и оставьте свободными прямые концы длиной по 2—3 *см*.

Такие щетки очень хорошо пружинят, а в контактах их можно поворачивать, увеличивая или уменьшая нажим. Весь щеткодержатель со щетками может поворачиваться на гнезде и, когда найдено наивыгоднейшее положение, закрепляется на месте второй гайкой гнезда.

Теперь понятно, что стойка второго подшипника должна иметь отверстие по наружному диаметру нарезки гнезда. Эту стойку можно сделать так, как для четвертого мотора (рис. 37, слева), только пошире. В стойку, со стороны загнутых краев, вставьте гнездо, наденьте шайбу и затяните гайкой. Затем наденьте вторую шайбу, щеткодержатель, третью шайбу и наверните вторую гайку (рис. 49).

В отверстии гнезда ось якоря будет болтаться. Нужно вставить в гнездо проволочный подшипник. Сверните на оси спираль из миллиметровой медной проволоки, витков в 6—7, и заложите ее внутрь гнезда. Если спираль-подшипник будет выскакивать, оберните ее слоем тонкой бумаги и вдвиньте с небольшим усилием. Если спираль войдет туго и сожмется, ось не будет вращаться достаточно легко.

Стойку со щеткодержателем можно привинтить маленькими винтиками к дощечке основания. Лучше сразу установить обе стойки с подшипниками и сразу привинтить их, иначе трудно будет добиться правильного вращения ротора.

Привинтите к дощечке две пружинные клеммы и соедините все обмотки так, как в четвертом моторе (рис. 41). От контактов щеткодержателя проведите гибкие провода, свернутые спиралями, чтобы они не мешали поворачивать щетки. Соединения лучше сделать по схеме „последовательно“ (рис. 42, внизу), чтобы мотор работал и от батарейки карманного фонарика.

Пробовать лучше всего при довольно большом напряжении — 8—12 вольт, от трансформатора. Проверьте, прикасаются ли щетки к обкладкам коллектора, не нажимают ли слишком сильно. Мотор должен сразу заработать.

Поворачивая щеткодержатель, найдите такое положение щеток, при котором быстрее всего вращается ротор. Есть такие положения щеток, при которых якорь совсем останавливается, а затем, после дальнейшего небольшого поворота щеток, начинает вращаться в другую сторону. Так, без переключений, лишь поворотом щеток можно получить вращение в нужном направлении и регулировать скорость вращения якоря.

Когда отрегулируете работу мотора при напряжении 8—12 вольт, уменьшите подаваемое напряжение и подберите положение верхней части статора. Постарайтесь придвинуть ее как можно ближе к якорю. Мощность мотора очень резко возрастает от малейшего приближения. Только не увлекайтесь, не придвиньте чересчур близко: якорь при вращении будет задевать за статор, и при этом мотор потеряет мощность.

Бывает, что после регулировки на небольшом напряжении — 4—6 вольт — при включении на 8—12 вольт якорь задевает за статор. Это случается тогда, когда подшипники сделаны не точно по оси и якорь болтается в них. Тогда, если рассчитываете пользоваться мотором при большом напряжении, придется немного приподнять верхнюю часть статора.

МОТОР С КОЛЬЦЕВЫМ СТАТОРОМ

Статоры всех заводских электромоторов изготовляются в виде колец. Это выгоднее всего, потому что якоря этих моторов имеют форму цилиндра, а цилиндр экономнее всего окружить кольцом.

Сделать кольцевой статор самодельного мотора довольно трудно, а еще труднее поместить в него якорь так, чтобы полюсы якоря получились на небольшом расстоянии от полюсов статора.

Когда мы конструировали наш шестой электромотор (рис. 50), мы стремились разрешить эти две задачи и добиться простоты

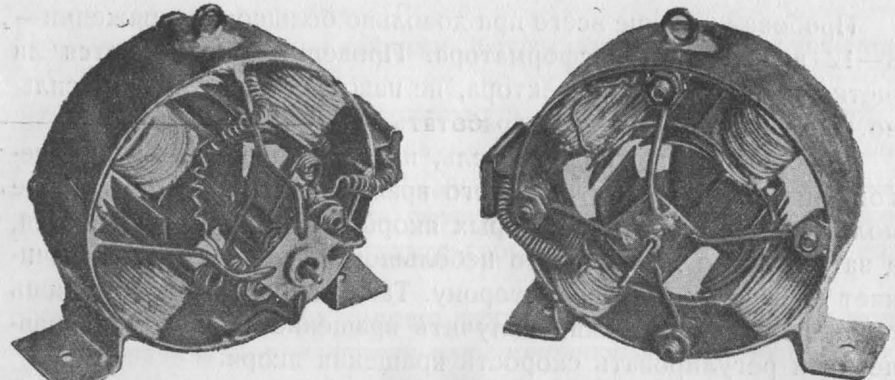


Рис. 50.

изготовления всех частей. Наш статор и все другие железные части мотора сделаны из жести от консервных банок, а для облегчения сборки и регулировки мы сделали башмаки полюсов статора выдвижными. Это дает возможность легко собрать мотор, а затем, вдвигая и выдвигая башмаки, добиться очень точной регулировки, как в пятом моторе, передвиганием верхней части статора.

Конечно, щетки в этом моторе поворотные. Одна „стенка“ мотора, так называемая „крышка“, сделана съемной. Благодаря этому мотор легко разбирается для ремонта.

По внешнему виду шестой электромотор получился очень похожим на заводской; его удобно установить на любую модель, и при маленьких размерах он дает большую мощность.

Чтобы сделать этот мотор, надо обязательно уметь паять; зато при хорошем изготовлении он неплохо работает даже от одной батарейки карманного фонарика. Еще лучше работает мотор от трансформатора, понижающего напряжение городской сети до 4—8—12 вольт. Больше 12 вольт давать нельзя, потому что будет сильно нагреваться обмотка.

Нам важно, чтобы трансформатор давал ток достаточной силы (амперы). Очень часто самодельные моторы плохо работают именно из-за недостаточной силы тока. Например, от 8-вольтового звонкового трансформатора „Гном“ мотор не развивает полной мощности. Обмотки „Гнома“ сделаны очень тонкой проволокой, и поэтому „Гном“ не дает нужного тока.

Хорошо работает мотор от самодельного трансформатора, описанного в этой книге.

Якорь и коллектор этого мотора изготовляются точно так же, как для пятого мотора (рис. 44 и 45), но, прежде чем обматывать якорь, лучше сделать статор и тогда обмотать все сразу.

Для изготовления статора нужно выпилить из толстой фанеры специальный шаблон, показанный на рис. 51. На этом шаблоне соберите вырезанные из жести части *Д* (рис. 52). На рис. 52 видно, что каждая четверть окружности статора состоит из двух частей *Д*. Размеры внутренних частей *Д* (по длине) равны 14 *мм* + 56 *мм* + 14 *мм* = 84 *мм*, а наружные части длиннее: 14,5 *мм* + 58 *мм* + 14,5 *мм* = 87 *мм*.

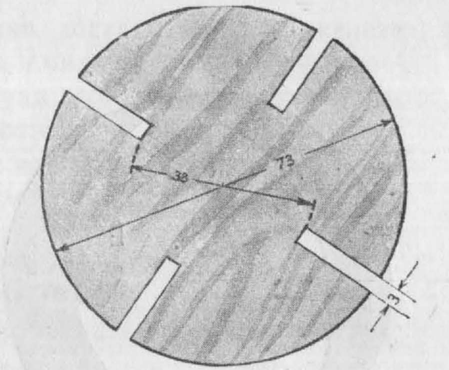


Рис. 51.

Эти части оберните тремя жестяными лентами шириной 25 *мм*

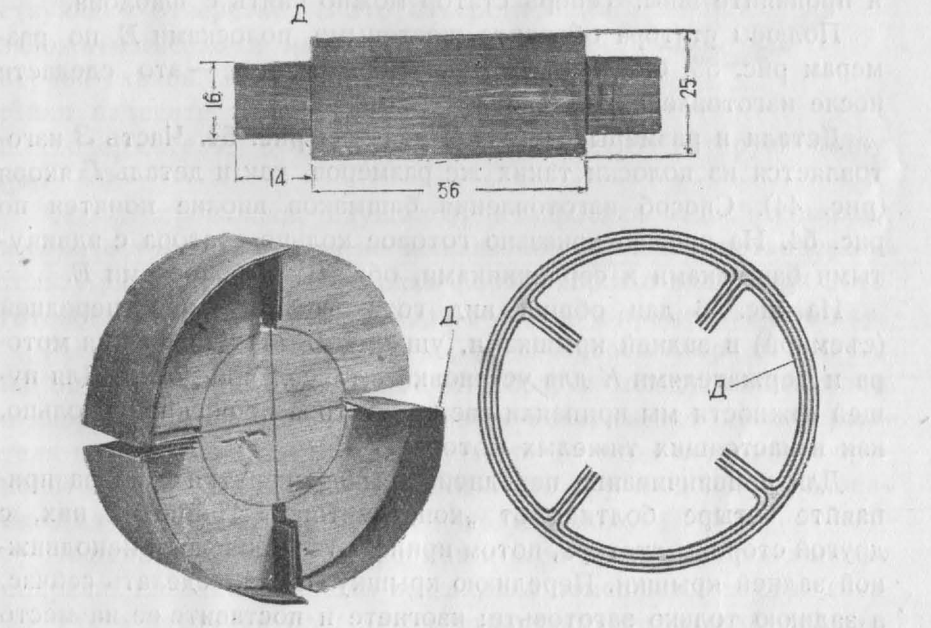
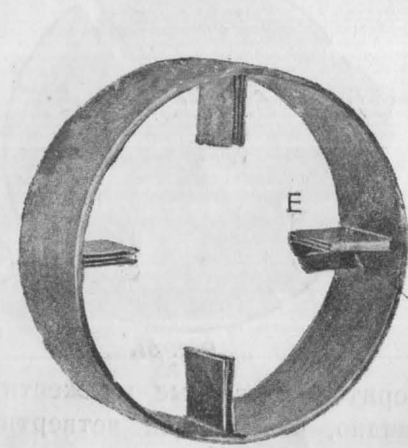


Рис. 52.



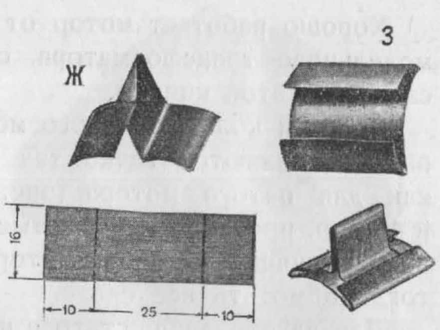


Рис. 54.

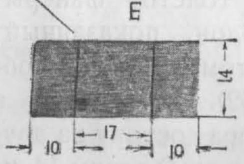


Рис. 53.

„встык“, как показано на чертеже рядом с фото. Все это крепко завяжите веревочкой или проволокой, выровняйте края и пропаяйте швы. Теперь статор можно снять с шаблона.

Полюсы статора оберните жестяными полосками *Е* по размерам рис. 53. Обожмите сначала не до конца, — это сделаете после изготовления выдвижных башмаков.

Детали и размеры башмаков даны на рис. 54. Часть *З* изготовляется из полоски таких же размеров, как и деталь *Г* якоря (рис. 44). Способ изготовления башмаков вполне понятен по рис. 54. На рис. 55 показано готовое кольцо статора с вдвинутыми башмаками и сердечниками, обжатыми полосками *Е*.

На рис. 56 дан общий вид готового статора с передней (съемной) и задней крышками, ушками *И* для укрепления мотора и держателями *К* для установки штепсельной доски. Для пущей важности мы припаяли сверху статора проволочное кольцо, как в настоящих тяжелых моторах.

Для привинчивания передней крышки изнутри статора припаяйте четыре болтика от „конструктора“. Напротив них, с другой стороны статора, потом припаяются проволоки неподвижной задней крышки. Переднюю крышку можно сделать сейчас, а заднюю только заготовьте; изогнете и поставите ее на место уже при окончательной сборке мотора.

Для изготовления крышек нужно достать обрезок железа или латуни миллиметровой толщины и медную проволоку диаметром 2—2,5 *мм*. Из железа или латуни вырежьте два квадратика 18×18 *мм* и пробейте в углах отверстия по толщине проволоки. Для задней крышки отрежьте четыре куска проволоки длиной по 65 *мм*, а для передней по 45 *мм*. Концы проволок вставьте в отверстия квадратиков, загните, расплющите и припаяйте.

На рис. 57 видно, как должны быть изогнуты проволоки передней крышки. Концы проволок сверните в петли и подгоните их так, чтобы они все плотно надевались на болтики статора. Центр квадратика крышки должен получиться по возможности точно на средней (осевой) линии кольца статора.

Щеткодержатель и щетки сделайте по описанию пятого мотора (рис. 49).

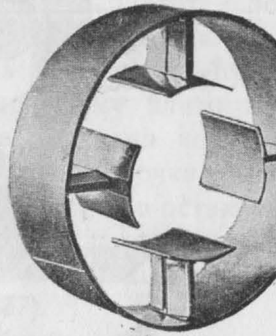


Рис. 55.

Для укрепления гнезда щеткодержателя в задней крышке просверлите в центре квадратика крышки соответствующее отверстие. В это отверстие заложите гнездо и накрепко затяните первой гайкой. Затем на гнездо поверх гайки наденьте металлическую шайбу, щеткодержатель, вторую шайбу и навинтите вторую гайку (рис. 58).

Четыре проволоки, идущие от квадратика задней крышки, изогните так, чтобы они не мешали поворачивать щеткодержатель. Придайте этим проволокам форму, хорошо видную на фото готового мотора, вставьте якорь в статор и примерьте крышку.

Рассчитайте так, чтобы тогда, когда полюсы якоря находятся на одном уровне с полюсами статора, а между коллектором и якорем оставлен промежуток в 5—6 *мм,* гнездо щеткодержателя слегка уперлось бы в коллектор. В таком положении припаяйте проволоки задней крышки к статору и сделайте последнюю из „механических“ работ — подшипники.

Подшипники этого мотора, как и всех других, — проволочные спирали. В задней крышке подшипник помещается внутри гнезда, как в пятом моторе. Когда отрегулируете задний подшипник, можно поставить передний. Проволочную спираль вставьте

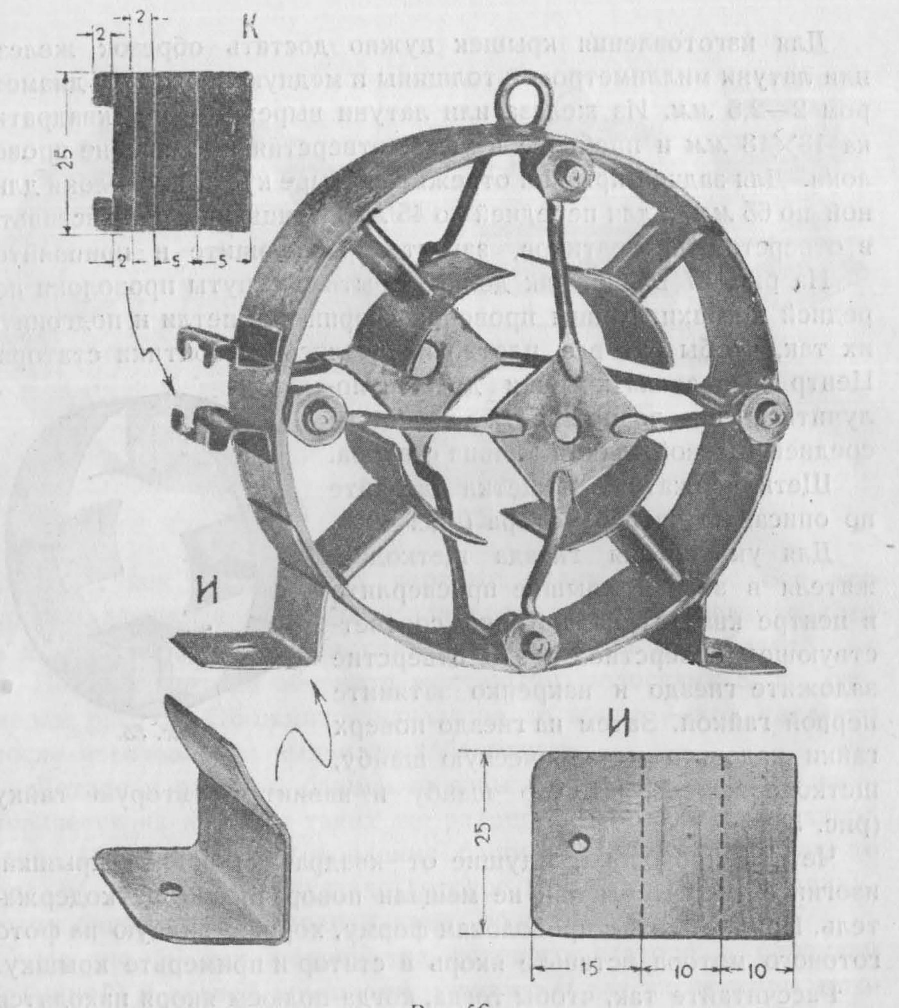


Рис. 56.

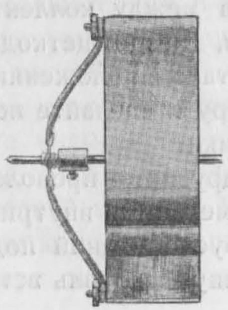


Рис. 57.

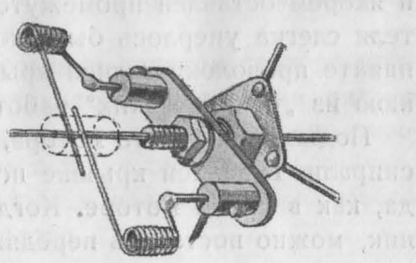


Рис. 58.

в отверстие передней крышки, но сразу не припаивайте. Сначала добейтесь того, чтобы якорь легко вращался в собранном моторе с незакрепленным передним подшипником, и тогда лишь припаяйте его.

Снимать крышку и припаивать подшипник нельзя: он может чуточку сдвинуться и испортить регулировку, а паять его со вставленной осью — можно припаять и ось. Чтобы этого не случилось, сделайте так, как в третьем моторе, — хорошенько натрите ось графитом черного карандаша. Подшипник окажется припаянным в самом выгодном положении.

Остается устранить один недостаток: якорь может передвигаться в подшипниках вдоль оси и выходить из магнитного поля статора. Правда, у задней крышки коллектор упирается в гнездо, но сдвинуться к передней крышке ему ничто не мешает. Нужно поставить упор. Достаньте еще один контакт от выключателя или от патрона электрической лампочки. Нарезку контакта отпилите всю, она не нужна, достаточно оставить цилиндрик с винтом. Этот цилиндрик наденьте на ось между якорем и передней крышкой. Винтом зажмите упорный цилиндрик около квадрата передней крышки (рис. 57).

Чтобы уменьшить трение гнезда о бумагу коллектора, наденьте на ось между ними маленькую медную шайбочку. Вот и все.

Тщательно вытрите все места паек, смажьте подшипники машинным маслом и прокрутите якорь рукой, чтобы ось „приработалась“ в подшипниках. Когда добьетесь легкого и плавного вращения якоря, можете разобрать мотор и взяться за обмотку.

Якорь этого мотора обматывается так же, как и для пятого (рис. 46). Обмотка статора несколько сложнее. Провод нужен диаметром 0,4 *мм*, в какой угодно изоляции. Так как обматывать полюсы статора очень неудобно, заготовьте отдельные катушечки.

При изготовлении мотора обжимки *Е* и башмаки получаются не совсем одинаковыми. Чтобы при сборке не спутать, что куда подогнано, сделайте на всех частях пометки, вытащите башмаки и осторожно сдвиньте обжимки *Е*.

Специальных катушек делать не нужно. Провод можно наматывать прямо на обжимки. Но, чтобы он не сползал, сделай-

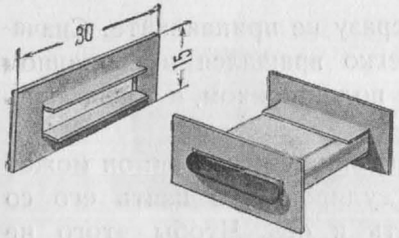


Рис. 59.

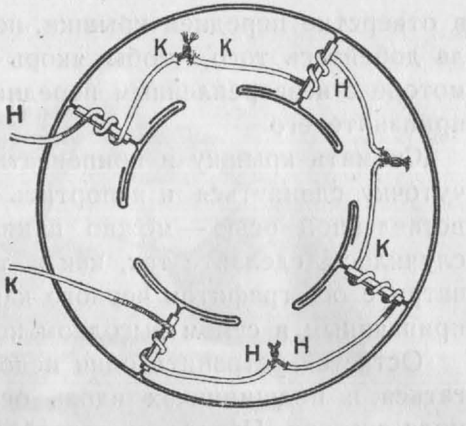


Рис. 60.

те щеки. Вырежьте из тонкого плотного картона восемь прямоугольников 30 × 15 *мм*. Эти прямоугольники наденутся на обжимки; в центрах их нужно вычертить узенькие прямоугольнички по толщине и ширине обжимок, разрезать и изогнуть, как показано на рис. 59, слева. Это и будут щеки катушек.

Обжимки оберните одним-двумя слоями бумаги и на концы их наденьте на клею заготовленные щеки. Хорошенько промажьте клеем все катушки и, когда они высохнут, можете обматывать. На каждую катушку нужно поместить по 110—120 витков провода, виток к витку. Сделайте это таким же способом, как и при обмотке якоря; заготовьте 6-метровые куски проволоки на двух гвоздях.

Концы обмоток завяжите нитками и наденьте обжимки-катушки на „свои" полюса. Вдвиньте их до конца, чтобы щеки катушек, прилегающие к кольцу статора, изогнулись по окружности, и тогда вставьте в каждый полюс статора „свой" башмак.

Башмаки вдвиньте тоже до конца,— отрегулируете потом, при испытании мотора.

Схема соединения обмоток статора показана на рис. 60. Буквами *Н* там обозначены начала обмоток, буквами *К*—концы. При таком включении одна половина статора (два полюса) намагничивается при прохождении тока, скажем, как южные полюсы, а другая половина — как северные.

Статор получается, как два подковообразных магнита, сложенных одноименными полюсами. После нескольких проб мы

нашли, что так мотор работает лучше всего. Но помните, что соединение по схеме рис. 60 дает хорошие результаты только в том случае, если обмотки всех катушек статора сделаны в одну сторону. Когда соедините все обмотки, снова соберите мотор и проведите последние включения: присоедините щетки и доску подводки тока.

Эту доску вырежьте из кусочка изоляционного материала толщиной 2 *мм*. В прямоугольнике 20 × 15 *мм* просверлите два отверстия диаметром 4 *мм*. Из тоненькой латуни выгните две трубочки, заложите их в эти отверстия, надрежьте выступающие с обеих сторон концы и разогните, как лепестки цветов. Получатся два гнезда, в которые входят ножки от цоколей старых, перегоревших радиоламп.

С одной стороны подложите под лепестки гнезд очищенные от изоляции концы гибких проводов и вставьте доску включения в держатели *К* на статоре мотора (рис. 56).

Один из концов обмотки статора, все равно какой (просто ближайший), присоедините к выводу одного гнезда, а другой конец выведите гибким проводом и подожмите под ближайший контакт щеткодержателя (рис. 61). От второго контакта щеткодержателя проведите гибкий провод к свободному гнезду штепсельной доски. Получился сериес-мотор.

Можете пробовать его работу. К проводам от трансформатора или батареи элементов присоедините ножки радиолампы и вставьте их в гнезда штепсельной доски.

Этот мотор тоже лучше сначала испытать и отрегулировать при большом напряжении. Когда мотор как следует заработает, уменьшите напряжение, подберите нужный нажим щеток и положение башмаков статора. Каждый башмак легко выдвинуть, вставив между ним и катушкой концы ножниц. Сближая ножницы, как бы разрезая ими, сумеете выдвинуть башмак. Смотрите только, не придвиньте башмаки чересчур близко к полюсам якоря — испортите дело.

Наш мотор сделан очень тщательно, поэтому он хорошо работает даже от одной батарейки карманного фонарика, а при напряжении в 8 вольт от трансформатора, благодаря тому что обмотки соединены последовательно, ротор вращается с такой большой скоростью, что весь мотор гудит.

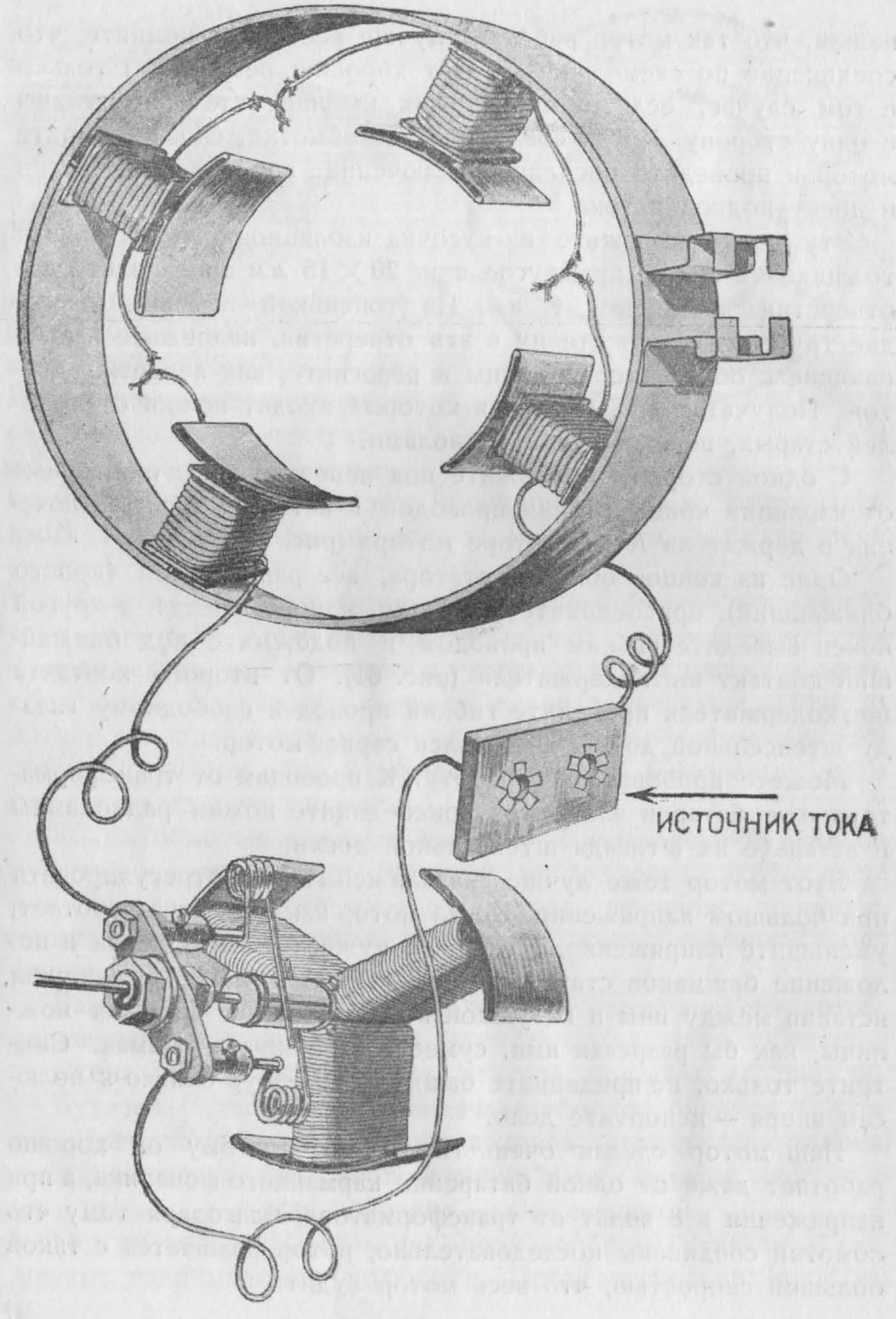


Рис. 61.

МОТОР С ПЯТИПОЛЮСНЫМ ЯКОРЕМ

Очень хорошо работает шестой мотор, но у него есть один существенный недостаток: иногда якорь останавливается в таком положении, что потом сам не трогается с места. Так неудачно располагаются полюсы якоря, что магнитное поле статора не может повернуть его. Достаточно чуть-чуть сдвинуть якорь, и он начинает вращаться, но сам с места не сдвигается.

Если мотор установлен на какую-нибудь модель, ему еще труднее трогать с места, потому что приходится начинать работу с нагрузкой. И совсем неудобно подталкивать модель, чтобы она пошла. Правда, это случается довольно редко, но хороший мотор должен всегда работать без перебоев. Такие случаи бывают со всеми моторами с трехполюсными якорями, и устранить этот недостаток можно, только увеличив число полюсов якоря. Но делать четыре полюса невыгодно: и в таком моторе могут быть „мертвые точки". Нужно сделать пятиполюсный якорь, и тогда можно быть уверенным в том, что всегда при включении тока мотор начнет работать.

Пятиполюсный якорь можно сделать точно так, как трехполюсный, только взять не три, а пять V-образных частей. Размеры основных деталей пятиполюсного якоря даны на рис. 62; размеры деталей *Б* и *В* такие же, как и для трехполюсного якоря (рис. 44).

На каждый полюс нового якоря намотайте по 100 витков, по 5 *м* проволоки диаметром 0,3 *мм*. Коллектор, конечно, тоже

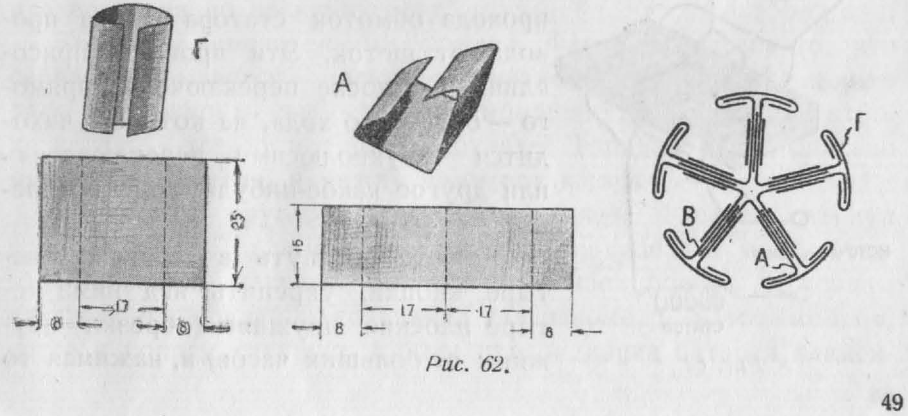


Рис. 62.

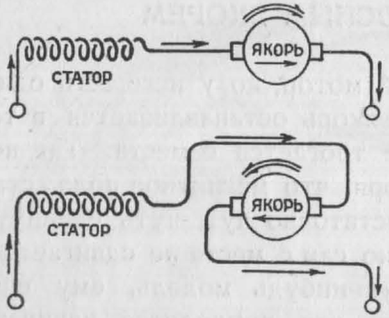


Рис. 63.

должен иметь пять обкладок. Обмотка статора и все остальные детали мотора остаются без изменения, такими же, как и для шестого мотора.

Если вам нужно, чтобы мотор давал большую мощность и у вас есть мощный источник тока, сделайте обмотку якоря проводом диаметром 0,5 *мм*, а обмотку полюсов статора проводом 0,6 *мм*, то же число витков. Такой мотор будет очень хорошо работать от трансформатора, и его выгодно ставить на модели электропоездов, троллейбусов — все модели, связанные проводами с источником тока.

Во время работы модели часто бывает нужно пустить ее задним ходом. В трех последних моторах это можно осуществить поворотом щеток, но неудобно лезть для этого в модель к мотору, да и регулировка мотора нарушается. Можно делать иначе: изменять направление тока в обмотке якоря, не меняя его в обмотке полюсов статора. На рис. 63 дана схема соединений для прямого — обратного хода мотора.

На этой схеме видно, что для изменения направления вращения ротора достаточно поменять местами присоединение проводов от щеток.

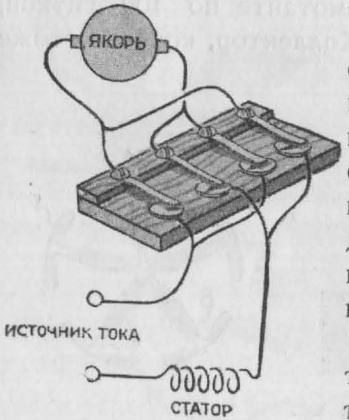


Рис. 64.

Практически это осуществляется обычно так. Выводят отдельно два провода обмоток статора и два провода от щеток. Эти провода присоединяют к доске переключений прямого — обратного хода, на которой находится двухполюсный переключатель или другое какое-нибудь приспособление.

Можете воткнуть в деревяжку четыре кнопки, укрепить над ними четыре плоские пружины (обрезки пружины от больших часов) и, нажимая то

одну, то другую пару пружин, получать прямой и обратный ход мотора. Схема соединений дана на рис. 64.

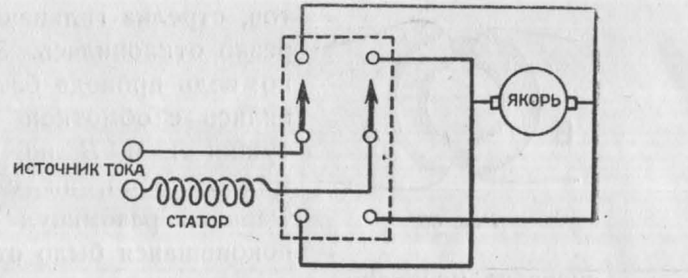


Рис. 65.

На рис. 65 дана схема соединений с переключением двухполюсным переключателем. Провода от источника тока и от обмотки статора присоединяются к ножам переключателя, провода от якоря — к зажимам. На схеме стрелками показаны ножи переключателя, кружками — зажимы.

Совсем не трудно придумать приспособление, автоматически переключающее мотор, когда модель доходит до конца линии.

САМОДЕЛЬНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Больше ста лет назад знаменитый английский ученый Майкл Фарадей построил прибор, который представлял собой прообраз первого в мире трансформатора.

Трансформатором он тогда не назывался, — трансформатором его назвали через несколько десятков лет, — а построил Фарадей свой прибор для опытов с индукцией электрических токов.

Дело было так. 24 ноября 1831 года Фарадей представил Королевскому обществу доклад, который назывался „Опытные исследования по электричеству“.

Это был замечательный доклад. Фарадей открыл то, что сейчас называется „электромагнитной индукцией“ и что дало возможность изобрести динамомашину, а затем и электродвигатель — электромотор. В докладе Фарадея было описано множество опытов, и между ними вот какой.

Из мягкого круглого пруткового железа Фарадей свернул кольцо (рис. 66) и намотал на него две катушки *A* и *B*. Медная проволока катушек была хорошо изолирована. К концам катушки *B* Фарадей присоединил гальванометр. В тот момент, когда к концам катушки *A* была присоединена батарея элемен-

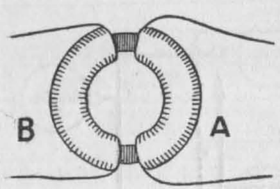


Рис. 66.

тов, стрелка гальванометра на мгновение резко отклонилась. Это было удивительно: ведь провода батареи никак не соединялись с обмоткой гальванометра, и катушки *A* и *B* не были соединены ни между собой, ни с железным кольцом. Фарадей разомкнул цепь батареи, и успокоившаяся было стрелка гальванометра снова на мгновение резко отклонилась, но теперь уже в другую сторону.

Сколько раз ни включал и ни выключал Фарадей батарею, стрелка всегда резко отклонялась в эти моменты, а потом возвращалась в прежнее положение. Стрелка отклонялась только в моменты включения и выключения тока. Тогда не был еще известен переменный ток — такой, каким мы пользуемся дома.

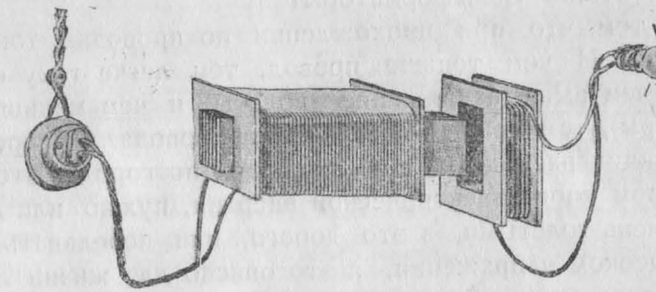
С помощью кольца Фарадея наш городской ток можно трансформировать—преобразовывать его напряжение и силу; поэтому прибор Фарадея впоследствии был назван трансформатором.

В трансформаторе две обмотки: к концам первой мы подводим одно напряжение, а на концах другой, намотанной поверх или рядом с первой, получаем другое напряжение.

Попробуйте проделать такой интересный опыт. Вырежьте из жести 50—60 полосок длиной по 90 *мм* и шириной 20 *мм*. Сложите их вместе и туго оберните бумагой. На эту пачку полосок приклейте поверх бумаги две картонные щеки на расстоянии 60 *мм* одна от другой. Намотайте на полоски 1 500 витков медной изолированной проволоки диаметром 0,2 *мм*. Концы обмотки выведите толстыми проводами для включения в осветительную сеть.

Сделайте еще одну катушку в 150 витков провода диаметром 0,6 *мм*. Отверстие в этой катушке должно быть такого диаметра, чтобы она легко надевалась на сердечник первой катушки тонкого провода.

К концам второй катушки присоедините лампочку карманного фонарика, а первую катушку включите в осветительную сеть (рис. 67). Только не держите эту катушку включенной в сеть продолжительное время: она очень сильно нагревается, и проволока на ней может перегореть.


Рис. 67.

Если поднести катушку с лампочкой к катушке, включенной в сеть, произойдет замечательное явление: по мере приближения волосок лампочки станет накаляться и наконец засияет белым светом.

Это — индукция. Переменный ток первой катушки возбудил переменный магнитный поток, который создал переменный ток во второй катушке. Это—трансформатор. Так мы можем трансформировать — преобразовывать — переменный ток в зависимости от того, сколько витков намотано на катушки. Если на второй катушке меньше витков, чем на первой, напряжение на ее концах будет во столько раз меньше, во сколько раз меньше витков на ней.

У нас на первой катушке 1 500 витков, а на второй 150 — в десять раз меньше. Значит, если к первой катушке подведено напряжение 120 вольт, на концах второй получится в десять раз меньше — всего 12 вольт.

Но так можно рассчитывать только в том случае, если первичная и вторичная обмотки намотаны очень близко одна к другой и если толщина проволоки одна и та же. Кроме того, часть энергии теряется еще по некоторым другим причинам, и поэтому в нашем опыте во вторичной обмотке получается значительно меньше 12 вольт.

При изготовлении трансформатора можно сделать вторую катушку с бóльшим числом витков, чем в первой; тогда напряжение на ее концах будет больше. Если на вторую катушку намотать 6 000 витков, она даст напряжение 480 вольт.

Вот какой замечательный прибор—трансформатор!

А зачем нужны трансформаторы?

Дело в том, что при прохождении по проводам тока они нагреваются. И чем тоньше провод, тем легче току его нагреть. Но чем выше напряжение (вольты) и чем меньше сила тока (амперы), тем меньше нагреваются провода. От городской электростанции расходится сеть проводов по городу. Чтобы не терять даром много электрической энергии, нужно или делать провода очень толстыми, а это дорого, или передавать энергию на высоком напряжении, а это опасно для жизни людей. Кроме того, очень высокое напряжение трудно использовать для накаливания нитей электрических лампочек и для приведения в движение электромоторов. Тут и пришли на помощь трансформаторы.

Электрические станции дают ток высокого напряжения (несколько тысяч вольт) во все концы города. В разных местах города стоят трансформаторы и преобразовывают высокое напряжение в удобное для использования низкое напряжение. От трансформаторов идут не очень длинные провода, и в них теряется немного энергии. И экономно и удобно.

Нам для наших электромоторов нужно напряжение 4—8—12 вольт. Его нетрудно получить с помощью самодельного трансформатора (рис. 68).

Сердечник трансформатора сделайте из жести или кровельного железа. Заготовьте 80 полосок жести длиной по 28 *см* и шириной 2,5 *см.* На деревянном бруске склейте прочную катушку с внутренним отверстием 2,5×2,5 *см* и длиной 7 *см.* На эту катушку намотайте 800 витков провода диаметром 0,2 *мм.* К этой обмотке мы подведем городское напряжение, поэтому изоляция ее должна быть очень хорошей, лучше всего двойной, марки ПБД или ПШД. Концы обмотки выведите через щеки катушки осветительным шнуром.

На эту первичную обмотку намотайте вторичную. Нам нужно получить напряжение 4—8—12 вольт. Значит, количество витков вторичной обмотки должно быть в 30, 15 и 10 раз меньше первичной — 27, 54 и 80 витков. Это при напряжении городской сети 120 вольт. Если напряжение городской сети 220 вольт, лучше, не изменяя числа витков вторичной обмотки, увеличить вдвое количество витков первичной: намотать не

800, а 1 600 витков проводом 0,2 *мм,* при этом немного увеличив размеры катушки.

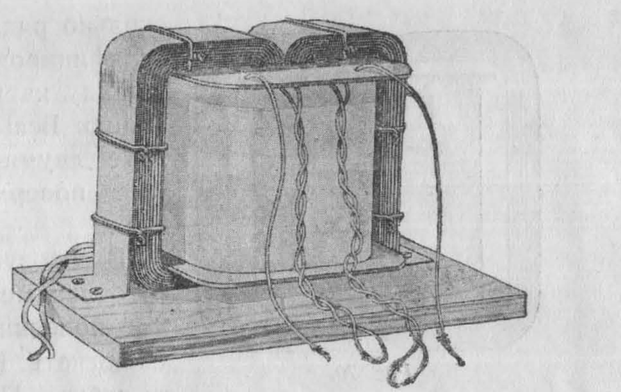


Рис. 68.

Но, изготовляя трансформатор, при расчете вторичной обмотки нужно учесть, что вместо специального трансформаторного железа мы применяем жесть от консервных банок, не очень аккуратно делаем обмотки и в результате не получаем расчетной величины напряжения. Поэтому лучше увеличить количество витков во вторичной обмотке и намотать 37, 75 и 112 витков. Конечно, не нужно мотать отдельно 37, 75 и 112 витков, достаточно намотать всего 112 витков и сделать отводы от 37-го и 75-го витков. Тогда, если мотор присоединим к первой части обмотки, а остальную оставим свободной, мы получим на нем напряжение 4 вольта; если включим до отвода 75-го витка, получим 8 вольт; включение всей вторичной катушки даст нам 12 вольт (рис. 69).

Эта обмотка должна давать большой ток низкого напряжения. Тонкий провод при прохождении по нему большого тока нагревается, поэтому вторичную обмотку нужно намотать проводом диаметром не меньше 0,8 *мм*; лучше всего взять провод диаметром 1,2 *мм.*

Когда будете мотать первичную обмотку, через каждые не-

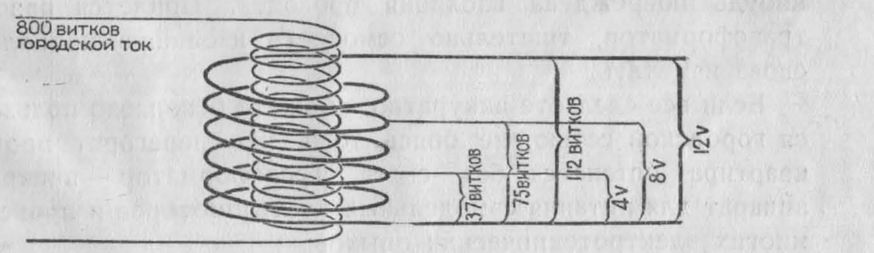


Рис. 69.

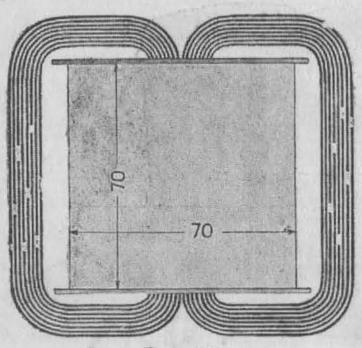


Рис. 70.

сколько рядов прокладывайте ленту парафинированной бумаги во всю ширину катушки. Это улучшит изоляцию. Всю первичную обмотку оберните двумя-тремя слоями бумаги и уже поверх нее мотайте вторичную.

В готовую катушку вставьте заготовленные жестяные или железные полоски, столько, сколько удастся вогнать. Катушка должна быть туго набита. Половину полосок загните на правую сторону, половину на левую. Чтобы в месте соединения не получилось утолщения, сводите полоски встык, но стыки делайте в разных местах (рис. 70). Излишки полосок срезайте.

Получше сожмите полоски и в нескольких местах туго перевяжите проволокой. Если полоски не будут плотно прижаты друг к другу, то во время работы трансформатора они будут дрожать и гудеть. Для лучшей работы трансформатора полезно покрыть полоски сердечника лаком или оклеить их все папиросной бумагой с одной стороны.

Готовый трансформатор укрепите на доске, провода вторичной обмотки подведите к трем клеммам с надписями: „4—8—12 вольт", а концы первичной выведите осветительным шнуром с вилкой на конце.

Во время работы трансформатор немного нагревается. Не обращайте на это внимания — все равно трансформатор хорошо работает. Конечно, если он так сильно нагревается, что изоляция обмоток начинает дымиться, — это плохо. Значит, где-нибудь повреждена изоляция проводов. Придется разобрать трансформатор, тщательно осмотреть изоляцию проволоки и снова намотать.

Если все сделаете аккуратно, сможете безопасно пользоваться городской сетью, не боясь того, что перегорят пробки и квартира останется без света. Трансформатор — прекрасный аппарат для питания самодельных электромоторов и проведения многих электротехнических опытов.

Цена 1 руб. 75 коп.